

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**

Gabriela Corso da Silva

**DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DE BORBOLETAS
NYMPHALIDAE EM ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA DO
PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SC:
UM APORTE À CONSERVAÇÃO E AO MANEJO DE ÁREAS
PROTEGIDAS**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia da Uni-
versidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Mestre em
Ecologia
Orientador: Prof.^a Dr.^a Malva Isabel
Medina Hernández

Florianópolis

2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

S586d Silva, Gabriela Corso da
Distribuição temporal e espacial de borboletas Nymphalidae
em áreas de Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do
Tabuleiro, SC [dissertação] : um aporte à conservação e ao
manejo de áreas protegidas / Gabriela Corso da Silva ;
orientadora, Malva Isabel Medina Hernández. - Florianópolis,
SC, 2011.

75 p.: il., grafs., tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Lepidoptero. 3. Sazonalidade. 4.
Bioindicadores. I. Hernández, Malva Isabel Medina. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação em Ecologia. III. Título.

CDU 577.4

**“Distribuição temporal e espacial de borboletas
Nymphalidae em áreas de Mata Atlântica do Parque
Estadual da Serra do Tabuleiro, SC: um aporte à
conservação e ao manejo de áreas protegidas”**

por

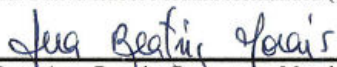
Gabriela Corso da Silva

Dissertação julgada e aprovada em sua forma final
pelos membros titulares da Banca Examinadora
(Port. 06/PPGECO/2011) do Programa de Pós-
Graduação em Ecologia - UFSC, composta pelos
Professores Doutores:

Banca Examinadora:



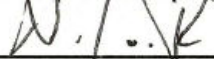
Prof.ª. Dra. Malva Isabel Medina Hernández (Presidente/UFSC)




Prof.ª. Dra. Ana Beatriz Barros de Moraes (externo/Dep. Biologia-
UFSM)



Prof. Dr. Benedito Cortes Lopes (ECZ/UFSC)



Dr. Nivaldo Peroni (ECZ/UFSC)



Prof. Dr. Mauricio Mello Petrucio
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Florianópolis, 22 de março de 2011

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para o sucesso desse trabalho e acreditaram em mim. Mais um sonho que se realizou.

Gostaria de agradecer a Deus e em tudo aquilo que acredito.

À minha mãe e meu pai, mesmo não entendendo direito o que é um mestrado, me apoiaram e aceitaram as minhas vontades.

À minha irmã, que mesmo longe, sempre conversava comigo, ouvindo as minhas reclamações e dando conselhos.

Ao Rafa, namorado e amigo, sempre presente nas horas boas e ruins, apoiando, ouvindo, ajudando. Obrigada por me ajudar a construir as armadilhas, discutir estatística, ouvir as minhas reclamações, e por perder o carnaval e finais de semana me ajudando no campo.

Ao pessoal da turma de mestrado e aos professores, pelas discussões, conversas, aprendizados e confraternizações.

Ao pessoal do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECO-TA/UFSC), pelo companheirismo e ajuda em todo o trabalho.

Aos colegas e amigos que ajudaram no trabalho de campo: Arthur Fleury, Ana Letícia Trivia, Camila Claudino de Oliveira, Cássio Batista Marcon, Erica Naomi Saito, Marcelo Rocha, Mítia Heusi Silveira *in memorian*, Rafael Gomes Manoel, Renata Calixto Campos, Tatiane Beduschi, Tiago Oliveira, Vanessa Villanova Kuhnen, Wilson R. Saltori Gonzales, entre outros.

Ao Dr. André V. L. Freitas, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), por todo o apoio dado ao projeto, pela revisão da dissertação e pela identificação das borboletas.

A Dra. Carla Penz pela revisão da dissertação e pelas dicas valiosas.

Ao Plaza Caldas da Imperatriz Resort e SPA e ao biólogo Fernando Brüggemann pelo apoio logístico e a permissão concedida na utilização das trilhas para as áreas de coleta.

Ao Dr. Alex Pires de Oliveira Nuñez, por ter orientado o início desse trabalho.

A Professora Dra. Malva Isabel Medina Hernández, por ter aceitado a orientação deste trabalho, e pela ajuda na preparação, execução e elaboração desta dissertação.

A CAPES pela bolsa de mestrado concedida durante o segundo semestre de 2010, através do Programa de Pós Graduação em Ecologia/UFSC.

RESUMO

Distribuição temporal e espacial de borboletas Nymphalidae em áreas de Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC: um aporte à conservação e ao manejo de áreas protegidas. A dissertação é composta de três capítulos que enfocam o estudo das borboletas frugívoras da família Nymphalidae em áreas de Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no Estado de Santa Catarina, Brasil (27°41'S a 28°12'S e 48°49'O a 48°25'O). Estas borboletas podem ser utilizadas em estudos ecológicos comparativos, seguindo protocolos de amostragem, já que são facilmente coletadas por meio de armadilhas com iscas de atração alimentar, proporcionando dados que podem vir a subsidiar o manejo de áreas protegidas, assim como ajudar na conservação da biodiversidade. O primeiro capítulo apresenta características das 20 espécies de três subfamílias coletadas durante o levantamento. As coletas foram realizadas em seis campanhas (entre nov/2009 e ago/2010) por meio de 25 armadilhas com iscas de atração (banana fermentada com caldo de cana) expostas durante dez dias por mês e revisadas a cada 48h para captura dos indivíduos e reposição de isca. O segundo capítulo apresenta a distribuição temporal das borboletas em quatro amostragens ao longo de um ano de estudo e discute a abundância e a riqueza de espécies em função das variáveis ambientais de precipitação e temperatura. Foram coletados 87 indivíduos de 11 espécies, com dez indivíduos na primavera (nov/2009), 72 no verão (fev/2010), nenhum no outono (mai/2010) e somente cinco no inverno (ago/2010). As espécies mais abundantes foram *Morpho epistrophus* e *Opoptera sulcius*. O terceiro capítulo apresenta a distribuição espacial das borboletas em cinco áreas com diferentes estágios sucessionais de Mata Atlântica. As coletas foram realizadas durante três meses seguidos (de fev/2010 a abr/2010) por meio de cinco armadilhas por área expostas durante dez dias por mês e revisadas cada 48h; paralelamente realizou-se um estudo da complexidade da vegetação, onde foram medidas em cada ponto de coleta características das árvores, dos arbustos, da serapilheira e do dossel. Foram coletados 314 indivíduos de 14 espécies, das quais 57% foram *singletons*, sendo a espécie *M. epistrophus* a mais abundante. As áreas não diferiram significativamente quanto às medidas ecológicas de abundância, riqueza e diversidade. Houve uma fraca relação entre as variáveis do ambiente e as assembléias de borboletas e somente duas espécies foram classificadas como indicadoras: *Dasyophthalma creusa* de áreas conservadas e *Opoptera sulcius* de áreas em estágio intermediário de conservação.

Palavras- Chave: Lepidoptera, Sazonalidade, Bioindicadores

ABSTRACT

Temporal and spatial distribution of Nymphalidae butterflies in areas of Atlantic Forest at the Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC: a contribution to conservation and the management of protected areas. This study consists in three chapters that enclose the study of Nymphalidae frugivorous butterflies in Atlantic Forest areas at Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, Brazil (27°41'S, 28°12'S and 48°49'W, 48°25'W). These butterflies may be used in comparative ecological studies, following sampling protocols, because they are easily collected by baited traps with attractive food, providing data that may support the management of protected areas, and help in the conservation of biodiversity. The first chapter presents characteristics of 20 species of three subfamilies collected during this survey. Samples were collected in six campaigns (between nov/2009 and ago/2010) using 25 baited traps exposed for ten days in each month and reviewed every 48 hours in order to capture the individuals and replace the bait. Second chapter presents the temporal distribution of butterflies in four samples during a year of study, discussing the species' abundance and richness in function of environmental variables such as rainfall and temperature. A total of 87 individuals of 11 species was collected, with ten individuals in spring (nov/2009), 72 in summer (Feb/2010), none in the fall (May/2010) and only five in the winter (ago/2010). The most abundant species were *Morpho epistrophus* and *Opoptera sulcius*. The third chapter presents the spatial distribution of butterflies in five areas with different successional stages of Atlantic Rainforest. Samples were collected for three consecutive months (from Feb/2010 to Apr/2010) using five traps per area, exposed for ten days per month and reviewed every 48 h. A parallel study of the vegetation complexity was conducted, in which the characteristics of trees, shrubs, litter and canopy were measured at each sampling point. A total of 314 individuals of 14 butterfly species were collected, from which 57% were singletons and the species *M. epistrophus* was the most abundant. The areas did not differ significantly concerning ecological measures of abundance and diversity. There was a weak relation between environmental variables and the butterflies, and only two species were classified as indicators: *Dasyophthalma creusa* for conserved areas and *Opoptera sulcius* for areas with intermediate conservation.

Key-words: Bioindicador, Lepidoptera, Seasonality

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 – Armadilha do tipo VanSomeren-Rydon modificada, para captura de borboletas frugívoras 8

Figura 2 – Espécies de borboletas Nymphalidae frugívoras registradas de novembro de 2009 a agosto de 2010 em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), Santa Catarina, Brasil (apresentadas na mesma ordem da Tabela 1e mantendo proporções de tamanho). Fotos: G.Corso 12

Capítulo 2

Figura 1 – Localização do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no Estado de Santa Catarina, Brasil. O círculo indica a região de amostragem das borboletas. (Adaptado de Socioambiental Consultores Associados Ltda e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM) 29

Figura 2 – Curva de acumulação de espécies (Mao Tau) de borboletas frugívoras da família Nymphalidae em três meses de coleta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC..... 36

Capítulo 3

Figura 1 – Localização do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no Estado de Santa Catarina, Brasil. O círculo indica a região de amostragem das borboletas. (Adaptado de Socioambiental Consultores Associados Ltda e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM) 51

Figura 2 – (A) Armadilha instalada em campo para coletar borboletas frugívoras, (B) Borboleta coletada na armadilha, (C) Borboleta alimentando-se da isca 52

Figura 3 – Imagem de satélite das áreas de coleta de borboletas frugívoras no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. PP (Primária Pousada), SP (Secundária Pousada), CC (Capoeirinha Cascata), SC (Secundária Cascata) e PC (Primária Cascata) 53

Figura 4 – Curva de acumulação de espécies de borboletas frugívoras em cinco áreas de amostragem durante os meses de fevereiro a abril de 2010 no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC 57

Figura 5 – Escalonamento Multidimensional (NMDS) da similaridade (Sorensen) entre as borboletas frugívoras coletadas por armadilha em cinco áreas de coleta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Círculos azuis representam similaridade de 80% e os verdes de 60%.. 61

Figura 6 – Análise de ordenação através do método de Escalonamento Multidimensional (NMDS) da similaridade (Bray-Curtis) das borboletas frugívoras em cada armadilha nas cinco áreas de coleta no parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Círculos azuis representam similaridade de 80% e os verdes de 60% 62

Figura 7 – Escalonamento Multidimensional (NMDS) mostrando a similaridade de Bray-Curtis entre os pontos de coleta. As circunferências representam a abundância de *D. creusa* em cada ponto de amostragem, círculos maiores: 2 indivíduos, círculos menores: 1 indivíduo 63

Figura 8 – Escalonamento Multidimensional (NMDS) mostrando a similaridade de Bray-Curtis entre os pontos de coleta. As circunferências representam a abundância de *O. sulcius* em cada ponto de amostragem: as maiores circunferências representam uma abundância de seis indivíduos, seguidas de quatro, três, dois e as menores com um indivíduo 64

Figura 9 – Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais nos 25 pontos de coleta, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC 66

Figura 10 – Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as 13 variáveis ambientais e a comunidade de borboletas nos 25 pontos de coleta, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Variáveis: Av Dist - Distância à árvore; Av AB - Área basal da árvore; Av Alt - Altura da árvore; Av Dia - Diâmetro da copa da árvore; Ab Dist - Distância ao arbusto; Ab AB - Área basal do arbusto; Ab Alt - Altura do arbusto; Ab Dia - Diâmetro da copa do arbusto; Ser alt - Altura da serapilheira; CV - Cobertura de área verde; CS - Cobertura de Serapilheira; SE - Solo exposto; Dos - Cobertura do dossel 67

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Lista das espécies de borboletas Nymphalidae frugívoras registradas de novembro de 2009 a agosto de 2010 em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), SC, Brasil	11
---	-----------

Capítulo 2

Tabela 1 – Lista das espécies de borboletas frugívoras da família Nymphalidae coletadas no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC e sua respectiva abundância nos meses de novembro de 2009 e fevereiro, maio e agosto de 2010	33
--	-----------

Tabela 2 – Riqueza de espécies observada e estimada da comunidade de borboletas frugívoras, por mês de coleta, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC	36
--	-----------

Tabela 3 – Dados de precipitação (Anitápolis, SC) e temperaturas (São José, SC), nos meses de estudo	37
---	-----------

Capítulo 3

Tabela 1 – Lista das espécies de borboletas frugívoras e respectiva abundância em cinco áreas de coleta em diferentes estados de conservação, entre os meses de fevereiro a abril de 2010, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC	56
--	-----------

Tabela 2 – Medidas ecológicas da comunidade de borboletas frugívoras, em cinco áreas de coleta em diversos estados de conservação, coletadas entre os meses de fevereiro e abril de 2010, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. PC (Primária Cascata), PP (Primária Pousada), SP (Secundária Pousada), SC (Secundária Cascata), CC (Capoeirinha Cascata)	59
---	-----------

Tabela 3 – Resultado da Análise de Componentes Principais para os componentes 1 e 2, destacando-se as variáveis ambientais que tiveram maior influência em cada vetor	65
--	-----------

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
---------------------------	----------

CAPÍTULO 1. AS BORBOLETAS NYMPHALIDAE DA MATA ATLÂNTICA DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SC

RESUMO	3
ABSTRACT	4
INTRODUÇÃO	5
MATERIAIS E MÉTODOS	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
REFERÊNCIAS	18

CAPÍTULO 2. AS BORBOLETAS DA SERRA DO TABULEIRO: DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL AO LONGO DAS ESTAÇÕES DO ANO

RESUMO	25
ABSTRACT	26
INTRODUÇÃO	27
MATERIAIS E MÉTODOS	29
RESULTADOS	31
DISCUSSÃO	38
REFERÊNCIAS	40

CAPÍTULO 3. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SC, EM ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

RESUMO	45
ABSTRACT	46
INTRODUÇÃO	48
MATERIAIS E MÉTODOS	50
RESULTADOS	55
DISCUSSÃO	68
REFERÊNCIAS	70

CONCLUSÕES GERAIS	75
--------------------------------	-----------

APRESENTAÇÃO

Este trabalho é o resultado de uma pesquisa realizada como requisito para a obtenção do título de mestre em Ecologia. O trabalho segue as normas do Programa de Pós-Graduação e da Universidade Federal de Santa Catarina para trabalhos acadêmicos.

O trabalho de campo foi realizado no setor norte do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), no município de Santo Amaro da Imperatriz, utilizando-se de armadilhas de captura de borboletas frugívoras da família Nymphalidae, com isca de banana fermentada com caldo de cana. Os objetivos do estudo foram: elaborar uma lista das espécies encontradas em áreas de Mata Atlântica do PEST, a fim de subsidiar trabalhos de monitoramento e conservação; avaliar a distribuição temporal das borboletas frugívoras ao longo de um ano de estudo; e analisar a comunidade de borboletas em cinco áreas em diferentes graus de conservação e sua relação com a complexidade da vegetação, tentando buscar espécies indicadoras ambientais. Os resultados deste trabalho são apresentados em três capítulos na forma de artigos, que serão submetidos à publicação em revistas indexadas.

O primeiro capítulo traz uma introdução sobre as borboletas frugívoras da família Nymphalidae, apresentando o resultado das 20 espécies pertencentes a três subfamílias encontradas no Parque em seis campanhas mensais, bem como uma descrição sucinta sobre as características morfológicas e de comportamento de cada espécie e suas plantas-hospedeiras.

O segundo capítulo traz um estudo sobre a sazonalidade das borboletas do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Este capítulo mostra o resultado de coletas realizadas durante um ano, com uma coleta em cada estação, e tenta definir a distribuição sazonal das espécies no Parque. Pode-se notar que há uma mudança na assembléia de borboletas ao longo do ano, com diminuição acentuada no final do outono e no inverno, apesar do baixo número de indivíduos coletados não ter permitido afirmações consistentes sobre a distribuição temporal das borboletas no Parque.

O terceiro capítulo apresenta os resultados do trabalho sobre o estudo da distribuição espacial das borboletas em cinco áreas em diversos estados de conservação da Mata Atlântica. Foram realizadas três campanhas, nos meses de temperaturas elevadas (propícios ao desenvolvimento dos adultos). As medidas ecológicas das assembléias de borboletas não apresentaram diferenças entre as áreas. Duas espécies foram exclusivas de determinadas áreas, *Dasyophthalma creusa*, indicadora de áreas

conservadas e *Opoptera sulcius*, indicadora de áreas em estágio intermediário de conservação.

CAPÍTULO 1

AS BORBOLETAS NYMPHALIDAE DA MATA ATLÂNTICA DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SC

RESUMO

As borboletas Nymphalidae da Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. As borboletas frugívoras (Nymphalidae) são amplamente utilizadas em estudos ecológicos comparativos seguindo protocolos de amostragem, já que são facilmente coletadas por meio de armadilhas com iscas de atração alimentar. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma lista das borboletas frugívoras encontradas em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, para subsidiar futuros trabalhos de monitoramento da fauna na região e auxiliar na elaboração de listas de espécies locais e regionais. Foram realizadas seis campanhas ao longo de um ano, e utilizadas 25 armadilhas de atração por isca em cada campanha, que ficaram ativas durante dez dias, sendo revisadas a cada dois dias para reposição de isca e coleta dos indivíduos capturados. Foram coletadas 20 espécies, pertencentes a três subfamílias: Biblidinae: *Catonephele acontius* (Linnaeus, 1771); Charaxinae: *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758), *Archaeoprepona meander* (Cramer, 1775), *Memphis hirta* (Weymer, 1907) e *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775); Satyrinae, tribo Brassolini: *Caligo beltrao* (Illiger, 1801), *Caligo brasiliensis* (C. Felder, 1862), *Caligo martia* (Godart, [1824]), *Dasyophthalma creusa* (Hübner, [1821]), *Dasyophthalma rusina* (Godart, [1824]), *Opoptera sulcius* (Staudinger, 1887) e *Opsiphanes quiteria* (Stoll, 1780); Satyrinae, tribo Morphini: *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796) e *Morpho helenor* (Cramer, 1776); Satyrinae, tribo Satyrini, subtribo Euptychiina: *Euptychoides castrensis* (Schaus, 1902), *Forsterinaria quantius* (Godart, [1824]), *Godartiana muscosa* (Butler, 1870), *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776), *Paryphthimoides grimon* (Godart, [1824]) e *Taygetis acuta* Weymer, 1910.

Palavras-chave: Lepidoptera, lista de espécies, Floresta Ombrófila Densa

ABSTRACT

Nymphalidae butterflies of Atlantic Forest of Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. The family Nymphalidae contains the frugivorous butterflies, which are extensively used in comparative ecological studies following protocols for sampling, because they are easily collected by using baited traps with attractive food. The goal of this study was to create a list of frugivorous butterflies found in Atlantic Forest areas at Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, to support future work on fauna monitoring in the region and assist local and regional species' lists. Six campaigns were conducted during a year and 25 attracted bait traps were used in each campaign. The traps remained active for ten days and revised every 48h for bait replacement and collection of captured individuals. We collected 20 species belonging to three subfamilies: Biblidinae: *Catonephele acontius* (Linnaeus, 1771); Charaxinae: *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758), *Archaeoprepona meander* (Cramer, 1775), *Memphis hirta* (Weymer, 1907) and *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775); Satyrinae, tribe Brassolini: *Caligo beltrao* (Illiger, 1801), *Caligo brasiliensis* (C. Felder, 1862), *Caligo martia* (Godart, [1824]), *Dasyophthalma creusa* (Hübner, [1821]), *Dasyophthalma rusina* (Godart, [1824]), *Opoptera sulcius* (Staudinger, 1887) and *Opsiphanes quiteria* (Stoll, 1780); Satyrinae, tribe Morphini: *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796) and *Morpho helenor* (Cramer, 1776); Satyrinae, tribe Satyrini, subtribo Euptychiina: *Euptychoides castrensis* (Schaus, 1902), *Forsterinaria quantius* (Godart, [1824]), *Godartiana muscosa* (Butler, 1870), *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776), *Paryphthimoides grimon* (Godart, [1824]) and *Taygetis acuta* Weymer, 1910.

Key-words: Lepidoptera, rain forest, species list

INTRODUÇÃO

Dentro da ordem Lepidoptera, que inclui também as mariposas, as borboletas correspondem a 13% de uma riqueza de 146.000 espécies de lepidópteros no mundo, sendo conhecidas no Brasil 3.288 espécies de borboletas (Brown & Freitas 1999). As borboletas encontradas no Brasil são classificadas em seis famílias: HesperIIDae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae e Riodinidae. As borboletas possuem hábito predominantemente diurno, antenas clavadas e o corpo geralmente pequeno em relação ao tamanho das asas, sendo estas características as que basicamente as diferenciam das mariposas. Possuem ciclo de vida completo (holometábolos), com ovo, larva, pupa e adulto. A duração de cada fase varia bastante entre as espécies e, na ausência de diapausa, cada fase pode levar de dias a meses (Brown & Freitas 1999, Raimundo *et al.* 2003).

A família Nymphalidae é a que contém o maior número de espécies, com registros de cerca de 2.850 para a região Neotropical, das quais 788 espécies são encontradas no Brasil (Brown & Freitas 1999, Lamas 2008). É dividida em 12 subfamílias, com espécies bastante heterogêneas quanto à forma das asas, colorido e tipo de voo (Wahlberg *et al.* 2009). Todas possuem apenas dois pares de pernas funcionais, sendo que o primeiro par é atrofiado e não usado na locomoção (DeVries 1987).

Quando na forma larval são herbívoras, alimentando-se principalmente da parte foliar das plantas e, em resposta a essa característica, apresentam estreita relação com a vegetação de determinada área. Isso ocorre porque muitas espécies têm preferência por determinada família ou espécie de planta (Singer 1984, DeVries 1987), as quais são chamadas de plantas-hospedeiras, onde a fêmea adulta coloca os ovos e as lagartas alimentam-se até o momento de entrar na fase de pupa.

As borboletas Nymphalidae podem ser divididas em duas guildas quanto à alimentação durante a fase adulta: as nectarívoras, que são as borboletas que se alimentam do néctar encontrado nas flores, e as frugívoras, que se alimentam de frutos fermentados, exudados de árvores, carcaça e excremento de mamíferos, e que compõe entre 40-55% da família Nymphalidae (Pedrotti *et al.* 2011). Por este motivo, as borboletas frugívoras são amplamente utilizadas em estudos ecológicos comparativos seguindo protocolos de amostragem, já que são facilmente coletadas por meio de armadilhas com iscas de atração alimentar (DeVries *et al.* 1997, Uehara-Prado *et al.* 2005).

O conhecimento da fauna de borboletas frugívoras na região sul do Brasil teve seu início com os antigos naturalistas, que vindos da Europa, encantaram-se com a rica fauna brasileira. Fritz Müller, que chegou ao Brasil em 1852 e foi residir na região de Blumenau, descreveu inúmeras espécies de invertebrados, dentre as quais borboletas, e desenvolveu a conhecida teoria do mimetismo mülleriano, baseado nos padrões de forma e cores de algumas espécies de borboletas encontradas em Santa Catarina (Barraco & Zillig 2009). Fritz Plaumann também contribuiu enormemente para o conhecimento da fauna de borboletas no sul do país, deixando uma coleção de mais de 17 mil espécies de insetos depositados no Museu Entomológico Fritz Plaumann, município de Seara, o qual passou recentemente a ser administrado pela UFSC. Atualmente, dentro da região Sul, o conhecimento sobre a fauna de borboletas no Rio Grande do Sul mostra uma riqueza de 292 espécies de borboletas na Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa), pertencentes a seis famílias, sendo a maioria das espécies pertencentes à família Nymphalidae (Iserhard & Romanowski 2004) e 277 espécies pertencentes a seis famílias em Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima (Iserhard *et al.* 2010). São registradas também 152 espécies para a região sudeste do Rio Grande do Sul, dentro do bioma Pampa (Paz *et al.* 2008). Ainda para o referido estado, são 74 espécies de borboletas frugívoras registradas, sendo 60 espécies de Floresta Ombrófila Densa, e a subfamília Satyrinae com maior representatividade de espécies no trabalho de Santos (2010) e 30 espécies registradas para a Floresta Ombrófila Mista (Pedrotti *et al.* 2011). No Estado do Paraná existem aproximadamente 1.200 espécies de borboletas, sendo 486 espécies registradas para a região de Curitiba (Mielke 1994, Mielke & Casagrande 2004) e 689 espécies para a região de Guarapuava (Dolibaina *et al.* 2011).

No Estado de Santa Catarina, Fritz Müller e Fritz Plaumann realizaram coletas pelo estado, mas sem a publicação de uma lista significativa de espécies, restando somente o registro nas coleções (Santos *et al.* 2008). Brown & Freitas (2000) mencionam 796 espécies para a região de Joinville, provenientes de dados não publicados.

Para a Ilha de Santa Catarina, há o registro de 236 espécies, sendo 74 da família Nymphalidae (Carneiro *et al.* 2008). Outro trabalho, realizado também na Ilha de Santa Catarina em 2008 (Corso *et al.* submetido), encontrou mais oito espécies que não haviam sido coletadas anteriormente por Carneiro *et al.* (2008).

A carência de conhecimento sobre as borboletas frugívoras nas áreas de Mata Atlântica e a falta de uma lista de espécies para o Estado de Santa Catarina levam ao objetivo deste trabalho: elaborar uma lista das

borboletas frugívoras encontradas em uma área de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), para subsidiar futuros trabalhos de monitoramento da fauna de lepidópteros diurnos frugívoros na região e auxiliar na elaboração de listas de espécies locais e regionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) está localizado no Estado de Santa Catarina (entre as latitudes 27°41'09"S e 28°12'42"S e longitudes 48°49'20"O e 48°25'08" O). Ocupa uma área de cerca de 90.000 hectares (aproximadamente 1% do território do estado), sendo a maior Unidade de Conservação de Proteção Integral em Santa Catarina (Saliés 2000). O parque foi criado no ano de 1975 através do Decreto nº 1.260/75 e abrange áreas de nove municípios: Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruí, Garopaba e Paulo Lopes, e as ilhas de Fortaleza/Araçatuba, Ilha do Andrade, Ilha dos Papagaios Pequena, Três Irmãs, Moleques do Sul, Siriú, Coral, dos Cardoso e a ponta sul da ilha de Santa Catarina (Saliés 2000). O PEST compreende regiões de serra e de planície litorânea, incluindo áreas de restinga e mangue, e reúne cinco das seis fitofisionomias presentes no estado. A vegetação da área de estudo é formada originalmente por Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana, situada entre 30 e 400 m de altitude, caracterizada pela presença de canela-preta (*Ocotea catharinensis*), peroba (*Aspidosperma olivaceum*) e pau-óleo (*Copaifera trapezifolia*) (Reis *et al.* 2000).

O clima na área de estudo é influenciado por duas massas de escala regional: massa polar (fria e úmida) e massa tropical atlântica (quente e úmida), caracterizando o clima mesotérmico úmido, com verão quente, nas áreas abaixo de 800 m e verão brando nas montanhas acima de 800 m (Pimenta 2000). Nas áreas abaixo de 800 m, as temperaturas mais elevadas levam à formação de solos mais profundos, com uma vegetação mais heterogênea na estrutura e composição, aumentando assim a biodiversidade (Pimenta 2000).

Os meses com maior pluviosidade são janeiro, fevereiro e março, sendo os meses do outono os com menores pluviosidades, e os de inverno, pouco superiores aos do outono (Pimenta 2000).

A amostragem das borboletas frugívoras da família Nymphalidae foi realizada em seis campanhas, nas diferentes estações do ano e nos meses mais quentes, mais propícios para as borboletas (novembro de 2009,

fevereiro, março, abril, maio e agosto de 2010). Foram utilizadas armadilhas cilíndricas de atração por isca do tipo VanSomereren-Rydon modificadas (Rydon 1964, Uehara-Prado *et al.* 2005) (Figura 1). A isca utilizada foi banana fermentada com caldo de cana durante 48h, colocada em copinhos plásticos de 80 ml, presos na base da armadilha por *velcro*, para evitar quedas.

Em cada campanha foram utilizadas 25 armadilhas, instaladas em grupos de cinco, distanciadas 20 m entre si, e a uma altura de cerca de 1 m do chão. Elas foram colocadas em cinco áreas de Mata Atlântica em diferentes estados de conservação, distantes em torno de 500 m umas das outras. As armadilhas ficaram ativas durante dez dias no campo em cada campanha, sendo checadas a cada 48 horas para reposição da isca e retirada dos indivíduos capturados (Hughes *et al.* 1998). Em cada campanha, o esforço amostral total foi de 125 amostras, com um total geral de 750 amostras ao final do trabalho.



Figura 1. Armadilha do tipo VanSomereren-Rydon modificada, para captura de borboletas frugívoras.

As borboletas capturadas foram armazenadas em envelopes entomológicos e mortas através de armazenamento em recipiente fechado contendo algodão embebido em clorofórmio. Algumas, cuja identificação era feita facilmente no campo e já presentes em número suficiente de indivíduos na coleção, foram marcadas com caneta permanente de ponta porosa na base da asa, de acordo com a área de captura, e posteriormente soltas. Estes indivíduos marcados, quando recapturados não foram contabilizados novamente.

Os indivíduos coletados foram levados para o Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA/UFSC), onde foram montados e secos em estufa a 40°C por dois dias e posteriormente depositados na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. A identificação foi realizada através da literatura disponível (DeVries 1987, Brown 1992, Canals 2003, Lamas 2004, Uehara-Prado *et al.* 2004) e com a ajuda do professor Dr. André Victor Lucci Freitas, da Universidade Estadual de Campinas, através de fotos digitais.

Algumas borboletas de duas espécies da subfamília Ithomiinae foram capturadas, mas por serem tipicamente nectarívoras e serem capturadas nas armadilhas ocasionalmente, não foram inseridas neste estudo (DeVries *et al.* 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 20 espécies de borboletas frugívoras, pertencentes a três subfamílias da família Nymphalidae, nas áreas de Mata Atlântica do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC (Tabela 1).

O conhecimento das espécies presentes no PEST, bem como suas características e comportamento são importantes a fim de estabelecer uma lista de espécies para o parque. As descrições das subfamílias e das espécies coletadas estão apresentadas a seguir, de acordo com a literatura e com os conhecimentos obtidos durante o desenvolvimento do trabalho. A Figura 1 segue a ordem da Tabela 1 em relação às espécies e subfamílias, sendo que as imagens seguem a proporção de tamanho. A espécie *E. castrensis* não foi fotografada, devido ao seu estado de conservação, havendo a impossibilidade de montagem do indivíduo. Os dados sobre as plantas-hospedeiras foram retirados da bibliografia citada, não sendo sobre as plantas-hospedeiras presentes no PEST.

Tabela 1. Lista das espécies de borboletas Nymphalidae frugívoras registradas de novembro de 2009 a agosto de 2010 em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), Santa Catarina, Brasil.

Subfamília	Tribo	Espécie
Biblidinae		1 <i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)
Charaxinae		2 <i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)
		3 <i>Archaeoprepona meander</i> (Cramer, 1775)
		4 <i>Memphis hirta</i> (Weymer, 1907)
		5 <i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)
Satyrinae	Brassolini	6 <i>Caligo beltrao</i> (Illiger, 1801)
		7 <i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felder, 1862)
		8 <i>Caligo martia</i> (Godart, [1824])
		9 <i>Dasyophthalma creusa</i> (Hübner, [1821])
		10 <i>Dasyophthalma rusina</i> (Godart, [1824])
		11 <i>Opoptera sulcius</i> (Staudinger, 1887)
		12 <i>Opsiphanes quiteria</i> (Stoll, 1780)
	Morphini	13 <i>Morpho epistrophus</i> (Fabricius, 1796)
		14 <i>Morpho helenor</i> (Cramer, 1776)
	Satyrini	<i>Euptychoides castrensis</i> (Schaus, 1902)
		15 <i>Forsterinaria quantius</i> (Godart, [1824])
		16 <i>Godartiana muscosa</i> (Butler, 1870)
		17 <i>Pareuptychia ocirrhoe</i> (Fabricius, 1776)
		18 <i>Paryphthimoides grimon</i> (Godart, [1824])
		19 <i>Taygetis acuta</i> Weymer, 1910



Figura 2. Espécies de borboletas Nymphalidae frugívoras registradas de novembro de 2009 a agosto de 2010 em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), Santa Catarina, Brasil (apresentadas na mesma ordem da Tabela 1 e mantendo proporções de tamanho). Fotos: G.Corso.

Subfamília Biblidinae

Dividem-se em seis tribos com características morfológicas e etológicas bastante heterogêneas. Muitas espécies têm coloração disruptiva e outras apresentam coloração críptica (Canals 2003).

Catonephele acontius (Linnaeus, 1771)

Características: pertencente à tribo Biblidini, possui dimorfismo sexual bem acentuado, sendo o macho preto com padrões laranja forte e as fêmeas pretas com bandas transversais amarelas (Canals 2003). No PEST foram encontradas durante o ano inteiro, com maior abundância no final do verão e distribuídas principalmente em áreas de mata menos conservada.

Plantas-hospedeiras: plantas da família Euphorbiaceae como *Alchornea* sp., *A. iricurana*, *A. triplinervia*, *Aparisthmium cordatum*, *Nectandra venulosa* e *Lysiloma* sp. (Beccaloni *et al.* 2008).

Subfamília Charaxinae

Possuem voo ríspido e normalmente utilizam os extratos médios e altos da vegetação para a locomoção. Muitas possuem coloração críptica na face ventral, imitando folhas secas e troncos (Canals 2003). São bastante agressivas, mesmo perante predadores (Brown 1992).

Archaeoprepona demophon (Linnaeus, 1758)

Características: bem distribuída do nível do mar até 1.600 m de altitude em associação com florestas primárias e em estágio secundário de sucessão (DeVries 1987). No PEST foi coletado um indivíduo no início do outono, em área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: plantas das famílias Annonaceae (*Annona* spp.), Lauraceae (*Ocotea* sp. e *Persea americana* var. *americana*), Meliaceae (*Guarea* sp.), Monimiaceae (*Mollinedia brasiliensis*, *M. clavigera*, *Siparuna* sp., *S. guianensis*), Moraceae (*Brosimum gaudichaudi*) e Polygonaceae (*Triplaris* sp.) (Beccaloni *et al.* 2008).

Archaeoprepona meander (Cramer, 1775)

Características: escassa em florestas tropicais (Brown 1992). No PEST foi encontrado um indivíduo no inverno, em área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: plantas da família Lauraceae (*Nectandra venulosa* e *Persea americana*) (Beccaloni *et al.* 2008).

Fountainea ryphea (Cramer, 1775)

Características: possuem dimorfismo sexual (macho sem cauda, fêmea com cauda marginal), e um voo vigoroso e alto (Canals 2003). No PEST foi coletado um indivíduo no início do outono, em área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: plantas da família Euphorbiaceae (*Croton* sp., *C. compressus*, *C. floribunda*, *C. priscus*, *C. urucurana*) (Beccaloni *et al.* 2008).

Memphis hirta (Weymer, 1907)

Características: no PEST foi coletado um indivíduo no mês de inverno, em área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: não encontradas na literatura.

Subfamília Satyrinae, Tribo Brassolini

São em sua maioria de hábitos crepusculares e vespertinos, com um voo bastante vigoroso. Possuem ocelos na face ventral das asas.

Caligo beltrao (Illiger, 1801)

Características: as borboletas deste gênero são conhecidas como os gigantes dos Neotrópicos, sendo que nenhuma delas possui envergadura menor que 10 cm. Voam nos horários crepusculares, tanto matutinos quanto vespertinos. A espécie *C. beltrao* é facilmente criada em cativeiro (Brown 1992), as lagartas demoram cerca de 70 dias até empuparem e o adulto chega a viver cerca de cinco meses em cativeiro (obs. pessoal). Vivem em locais de baixa altitude, não ultrapassando os 1.600 m. No PEST foram encontrados somente dois indivíduos no mês de fevereiro, em áreas em bom estado de conservação.

Plantas-hospedeiras: plantas das famílias Cannaceae, Cyperaceae, Marantaceae, Musaceae e Zingiberaceae e talvez Arecaceae e Strelitziaceae (Beccaloni *et al.* 2008). Espécies de *Canna indica*, *Heliconia* sp. (“caeté”), *Calathea zebrina* (Sims), *Musa sapientum*, *Hedychium coronarium* (“lírio do brejo”) (Penz *et al.* 1999).

Caligo brasiliensis (C. Felder, 1862)

Características: são conhecidas como borboleta coruja. Sua fase de ovo dura cerca de 20 dias, com as lagartas empupando cerca de dois meses após a eclosão dos ovos (obs. pessoal). Vivem em locais de baixa altitude, não ultrapassando os 1.600 m. No PEST foi encontrado um indivíduo em área de mata conservada, no mês de agosto. Na Ilha de Santa Catarina é facilmente observada em áreas de mata nos meses de verão.

Plantas-hospedeiras: *Heliconia* sp. (“caeté”), *Musa* sp., *Euterpe edulis*, *Hedychium coronarium*, *H. sp.*, (Beccaloni *et al.* 2008).

Caligo martia (Godart, [1824])

Características: voam durante períodos de sol intenso. Possuem uma geração por ano, emergindo em dezembro (Casagrande & Mielke 2000a). No PEST foi coletado um indivíduo em março, em área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: família Cannaceae (*Canna brasiliensis*), Poaceae (*Echinochloa crusgalli*, *E. crusgalli crusgalli*, *Pennisetum purpureum*) (Penz *et al.* 1999, Beccaloni *et al.* 2008).

Dasyophthalma creusa (Hübner, [1821])

Características: fêmeas e machos possuem pequenas diferenças morfológicas (Penz 2009). Possuem somente uma geração por ano, no verão (Casagrande & Mielke 2003) e têm o hábito de voarem nos horários de sol intenso; rapidamente em áreas abertas e mais lentamente dentro da mata (Casagrande & Mielke 2003). Na Mata Atlântica se distribuem da Bahia ao Rio Grande do Sul (Casagrande & Mielke 2003, Penz 2009). Habita áreas de florestas conservadas, sendo considerada uma espécie indicadora (Brown 1992). No PEST foi coletada no final do verão e início do outono, principalmente em áreas de mata conservada, podendo ser considerada como indicadora de tal (ver Capítulo 3).

Plantas-hospedeiras: família Poaceae (“taquara”), Arecaceae (*Astrocaryum aculeatum*, *Bactris* sp.) (Beccaloni *et al.* 2008).

Dasyophthalma rusina (Godart, [1824])

Características: fêmeas e machos apresentam pequeno dimorfismo sexual (Penz 2009). Possuem voo lento, nos horários de sol intenso e têm somente uma geração ao ano, no verão (Casagrande & Mielke 2000b). Habitantes das florestas subtropicais na costa leste e sul do Brasil, da Bahia a Santa Catarina (Casagrande & Mielke 2000b, Penz 2009). No PEST foi encontrado um único indivíduo no início do outono, em área de floresta conservada.

Plantas-hospedeiras: família Poaceae (*Bambusa* sp., “bambu”) e Arecaceae (*Bactris tomentosa* e *Euterpe edulis*) (Penz *et al.* 1999, Beccaloni *et al.* 2008)

Opoptera sulcius (Staudinger, 1887)

Características: possuem hábitos crepusculares. No PEST foi encontrada no verão e outono, principalmente em áreas de mata em estágio inter-

mediário de conservação, sendo sugerida como indicadora de tal estágio (ver Capítulo 3).

Plantas-hospedeiras: família Arecaceae (Beccaloni *et al.* 2008).

Opsiphanes quiteria (Stoll, 1780)

Características: no PEST, foi encontrado um indivíduo no outono, em área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: família Musaceae (*Musa* sp.) e Arecaceae (“palmeiras”, *Astrocaryum ayri*, *Dypsis lutescens*, *Euterpe edulis*, *Syagrus romanzoffiana*, *Arecastrum romanzoffiano* e *A. crysadolicarpus lutescens*) (Penz *et al.* 1999, Casagrande & Mielke 2005, Beccaloni *et al.* 2008).

Subfamília Satyrinae, Tribo Morphini

Muitas espécies desta subfamília possuem tamanho grande e cores brilhantes, geralmente em tons de azul; por isso foram bastante visadas por colecionadores (Brown 1992, Canals 2003). Seu voo é ondulante ou planado, e pode ser diferente entre machos e fêmeas (DeVries *et al.* 2010). Por possuírem asas proporcionalmente maiores que seu corpo, possuem a capacidade de planar sem dificuldade (Canals 2003). Apresentam dimorfismo sexual em relação à coloração e também de comportamento. Desaparecem rapidamente quando há perturbação forte, derrubada, ou redução em tamanho da floresta (Brown 1992).

Morpho epistrophus (Fabricius, 1796)

Características: ambos os sexos possuem voos lentos e ondulantes no sub-bosque, entre as árvores ou nas bordas da floresta (DeVries *et al.* 2010) As lagartas são gregárias e bastante chamativas pela coloração avermelhada (Canals 2003). No PEST foi a espécie mais abundante, encontrada no final do verão e início do outono, em todas as áreas do Parque.

Plantas-hospedeiras: famílias Erythroxylaceae (*Erythroxylum* sp., *E. pelleterianum*), Leguminosae (*Cassia* sp., *Acacia longifolia*, *Inga* sp., *I. affinis*, *I. bahiensis*, *I. edulis*, *I. semialata*, *I. sessilis*, *I. uraguensis*, *Dalbergia brasiliensis*, *Machaerium* sp., *M. acutifolium*), Quiinaceae (*Quiina* sp.), Rhamnaceae (*Scutia buxifolia*), Sapindaceae (*Cupania vernalis*, *Matayba* sp.) (Beccaloni *et al.* 2008).

Morpho helenor (Cramer, 1776)

Características: possuem voo em ziguezague no sub-bosque e ao longo de rios e bordas de floresta (DeVries *et al.* 2010). Na ilha de Santa Cata-

rina, esta espécie tem uma alta abundância, sendo encontrada preferencialmente em ambiente de floresta (obs. pessoal). No PEST foram encontrados dois indivíduos no início do outono em ambientes de mata pouco conservada.

Plantas-hospedeiras: família Fabaceae (gêneros *Arachis*, *Dalbergia*, *Erythrina*, *Lonchocarpus*, *Machaerium*, *Mucuna*, *Platymiscium*, *Pithecellobium*, *Pterocarpus*, *Swartzia* e Mimosaceae (gênero *Inga*) (Ackery 1988, Constantino & Corredor 1997).

Subfamília Satyrinae, Tribo Satyrini, Subtribo Euptychiina

De tamanho pequeno ou médio, possuem coloração críptica, amarronzada e algumas apresentam ocelos. Tem comportamento de permanecer escondidas, se assemelhando ao substrato. Têm voo provocado e arritmico (Brown 1992, Canals 2003). São principalmente Neotropicais (Peña *et al.* 2010).

Euptychoides castrensis (Schaus, 1902)

Características: no PEST, foi encontrado um indivíduo no início do outono na área de mata degradada.

Plantas-hospedeiras: família Cyperaceae (Beccaloni *et al.* 2008).

Forsterinaria quantius (Godart, [1824])

Características: no PEST foram encontrados dois indivíduos no final da primavera, em áreas de menor conservação.

Plantas-hospedeiras: Poaceae (“bambus”) (Beccaloni *et al.* 2008).

Godartiana muscosa (Butler, 1870)

Características: preferem lugares sombrios perto de trilhas e pousam a baixa altura ou no solo (Canals 2003). No PEST foi encontrada no final da primavera, em áreas de estágio intermediário de conservação.

Plantas-hospedeiras: Cyperaceae e Poaceae (*Setaria poiretiana*) (Beccaloni *et al.* 2008).

Pareuptychia ocirrhoe (Fabricius, 1776)

Características: no PEST, foi encontrado um indivíduo no outono em área em menor estado de conservação.

Plantas-hospedeiras: Poaceae (*Setaria* sp.) (Beccaloni *et al.* 2008).

Paryphthimoides grimon (Godart, [1824])

Características: no PEST, foi encontrado um indivíduo no outono em área conservada.

Plantas-hospedeiras: Poaceae (Beccaloni *et al.* 2008).

Taygetis acuta Weymer, 1910

Características: preferem áreas sombreadas e possuem voo arritmico, a baixa altura (Canals 2003). No PEST, foi encontrado um individuo no inverno, em área de conservação intermediária.

Plantas-hospedeiras: Poaceae (Beccaloni *et al.* 2008).

Este foi o primeiro estudo de borboletas frugívoras realizado no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, contribuindo para o conhecimento das espécies no maior parque do estado de Santa Catarina. Somam-se 11 espécies novas às listas já existentes, nos trabalhos de Carneiro *et al.* (2008) e Corso *et al.* (submetido). Sendo assim, este capítulo servirá como base para a divulgação para a comunidade não científica, com a elaboração de folders e publicação, com informações sobre a composição das espécies presentes no parque.

REFERÊNCIAS

ACKERY, P.R. 1988. Hostplants and classification: a review of nymphalid butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society* 33: 95-203.

BARRACO, M.A & ZILLIG, C. 2009. Parceiro de Charles Darwin. *Scientific American Brasil* 84.

BECCALONI, G.W., VILORIA, A.L., HALL, S.K. & ROBINSON, G.S. 2008. Catalogue of The Hostplants of the Neotropical Butterflies. Catálogo de las Plantas Huésped de las Mariposas Neotropicales. Monografías Tercer Milênio, vol. 8, S.E.A., Zaragoza, RIBES, CYTED, The Natural History Museum & Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, 536p.

BROWN JR., K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: Diversidade, Habitats, Recursos Alimentares e Variação Temporal. *In*: Historia Natural da Serra do Japi. Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil (Morellato, L.P.C. ed.). Campinas, São Paulo: Editora UNICAMP/FAPESP, p.142-186.

BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 1999. Lepidoptera, *In*: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 5: invertebrados terrestres (C.R. F. Brandão & E.M.Cancello org.). São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), p. 227-243.

BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000. Atlantic Forest butterflies: indicator of landscape conservation. *Biotropica* 32: 934-956.

CANALS, G.R. 2003. Mariposas de Misiones. L.O.L.A. Buenos Aires, 492p.

CARNEIRO E., MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2008. Borboletas do sul da ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea). *Sociedad Hispano-Luso-Americana de Lepidopterologia Revista de Lepidopterologia* 36: 261-271.

CASAGRANDE, M.M. & MIELKE O.H.H. 2000a. Larva de quinto estágio e pupa de *Caligo martia* (Godart) (Lepidoptera, Nymphalidae, Brassolinae). *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 75-79.

CASAGRANDE, M.M. & MIELKE, O.H.H. 2000b. Larva de quinto estágio e pupa de *Dasyophthalma rusina* (Godart) (Lepidoptera, Nymphalidae, Brassolinae). *Revista Brasileira de Zoologia* 17: 401-404.

CASAGRANDE, M.M. & MIELKE, O.H.H. 2003. Larvas de quarto e quinto estádios e pupa de *Dasyophthalma creusa creusa* (Hübner) (Lepidoptera, Nymphalidae, Brassolinae). Revista brasileira de Zoologia 20: 157-160.

CASAGRANDE, M.M. & MIELKE O.H.H. 2005. Larva de quinto estágio e pupa de *Opsiphanes quiteria meridionalis* Staudinger (Lepidoptera, Nymphalidae, Brassolinae). Revista Brasileira de Entomologia 49: 421-424.

CONSTANTINO, L.M. & CORREDOR, G. 1997. The biology, and morphology of the early stages of *Morpho macrophthalmus* and *Morpho peleides telamon* (Nymphalidae: Morphinae) from western Colombia. Boletín Científico Museo Historia Natural Universidad de Caldas 8: 201-208.

CORSO, G., GONZALES, W.R.S., HERNÁNDEZ, M.I.M. Submetido. Spatial distribution of frugivorous Nymphalidae butterflies from the Parque Municipal da Lagoa do Peri (Florianópolis, Santa Catarina): a contribution to the search of environmental indicators.

DEVRIES, P.J. 1987. The Butterflies of Costa Rica and Their Natural History. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 327p.

DEVRIES, P.J., MURRAY, D. & LANDE, R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. Biological Journal of the Linnean Society 62: 343-364.

DEVRIES, P.J., PENZ, C.M. & HILL, R.I. 2010. Vertical distribution, flight behaviour and evolution of wing morphology in *Morpho* butterflies. Journal of Animal Ecology 79, 1077–1085.

DOLIBAINA, D.R., Mielke, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2011. Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) de Guarapuava e arredores, Paraná, Brasil: um inventário com base em 63 anos de registros. *Biota Neotropica* 11.

HUGHES, J.B., DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 1998. Use of fruit bait traps for monitoring of butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). *Revista de Biología Tropical* 46: 697-704.

ISERHARD, C.A. & ROMANOWSKI, H.P. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) da região do vale do rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 649-662.

ISERHARD, C.A., QUADROS, M.T., ROMANOWSKI, H.P. & MENDONÇA JR, M.S. 2010. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e nos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* 10: 309-320.

LAMAS, G. (ed.). 2004. Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. *In: Atlas of Neotropical Lepidoptera*. Vol. 5A. (J.B. Heppner, ed.). Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville, 439p.

LAMAS, G. 2008. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: Estado actual y perspectivas futuras. *In: Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos*. (Llorente-Bousquets, J. & Lanteri, A. eds.). Las Prensas de Ciencias, UNAM. México D. F. p 57-70.

MIELKE, C.G.C. 1994. Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) de Curitiba e seus arredores, Paraná, Brasil, com notas taxonômicas sobre Hesperiidæ. *Revista Brasileira de Zoologia* 11: 759-776.

MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2004. Borboletas In: Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná (S.B. Mikich & R.S. Bernils, org). Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, p. 713-739.

PAZ, A.L.G., ROMANOWSKI, H.P. & MORAIS, A.B.B. 2008. Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Biota Neotropica 8: 141-149.

PEDROTTI, V.S., BARROS, M.P., ROMANOWSKI, H.P. & ISE-RHARD, C.A. 2011. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) ocorrentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. Biota Neotropica 11.

PEÑA C., NYLIN S., FREITAS A.V.L. & WAHLBERG N. 2010. Biogeographical history of the butterfly subtribe Euptychiina (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae). Zoologica Scripta 39: 243-258.

PENZ, C.M., AIELLO, A. & SRYGLEY, R.B. 1999. Early stages of *Caligo illioneus* and *Caligo idomeneus* (Nymphalidae, Brassolini) from Panama, with remarks on larval food plants for the subfamily. Journal of the Lepidopterists' Society 53: 142-152.

PENZ, C.M. 2009. Phylogeny of *Dasyophthalma* Butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae, Brassolini). Insecta Mundi 69: 1-12.

PIMENTA, L.H.F. 2000. Geologia, Geomorfologia e Pedologia In: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: diagnóstico dos meios físico e biótico. Produto básico de zoneamento, FATMA, Florianópolis, p. 12-43.

RAIMUNDO, R.L.G., FREITAS, A.V.L., COSTA, R.N.S., OLIVEIRA, J.B.F., LIMA, A.F., MELO, A.B., BROWN JR., K.S. 2003. Manual de Monitoramento Ambiental usando Borboletas e Libélulas - Reserva Extrativista do Alto Juruá 36 pp. Série Pesquisa e Monitoramento Parti-

cipativo em Áreas de Conservação Gerenciadas por Populações Tradicionais, Volume 1. Campinas, CERES/Laboratório de Antropologia e Ambiente.

REIS, A., LISBOA, R.Z., IZA, O.B. & OLIVEIRA, K.N. 2000. Flora e Vegetação *In*: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: diagnóstico dos meios físico e biótico. Produto básico de zoneamento, FATMA, Florianópolis, p. 75-118.

RYDON, A. 1964. Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterists' Society* 18: 51-58.

SALIÉS, E.C. 2000. Apresentação. *In*: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: diagnóstico dos meios físico e biótico. Produto básico de zoneamento, FATMA, Florianópolis, p. 2-10.

SANTOS, E.C., MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2008. Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. *Natureza e Conservação* 6: 68-90.

SANTOS, J.P. 2010. Guia das borboletas frugívoras das Florestas Ombrófilas Densa e Mista do Rio Grande do Sul, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências, 30 p.

SINGER, M.C. 1984. Butterfly-Hostplant Relationships: Host Quality, Adult Choice and Larval Success. *In*: *The Biology of Butterflies* (R.I. Vane-Wright & P.E. Ackery, eds.). Florida: Academic Press Inc., p. 81-88.

UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K.S. 2004. Guia das borboletas frugívoras da Reserva

Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica* 4: 1-25.

UEHARA-PRADO, M., BROWN JR., K.S., & FREITAS, A.V.L. 2005. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Lepidopterists' Society* 59: 96 -106.

WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A.V.L. & BROWER, A.V.Z. 2009. Nymphalid butterflies diversify following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society B* 276: 4295-4302.

CAPÍTULO 2

AS BORBOLETAS DA SERRA DO TABULEIRO: DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL AO LONGO DAS ESTAÇÕES DO ANO

RESUMO

As borboletas da Serra do Tabuleiro: distribuição temporal ao longo das estações do ano. Os insetos estão intimamente relacionados com seu habitat, dependendo de variáveis físicas como temperatura, precipitação e luminosidade, além de dependerem da presença de plantas, se herbívoros, e de presas, se predadores. Sua presença também é variável durante o ano, o que reflete na estrutura da comunidade ao longo das estações. Este trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição temporal, ao longo de um ano, das borboletas frugívoras da família Nymphalidae em áreas de Mata Atlântica do sul do Brasil. Foram realizadas quatro coletas (primavera: 11/2009, verão: 02/2010, outono: 05/2010 e inverno: 08/2010), utilizando-se armadilhas de atração por isca. Foram coletados 87 indivíduos de 11 espécies, com dez indivíduos em novembro, 72 em fevereiro, nenhum em maio e somente cinco em agosto. As duas espécies mais abundantes foram *Morpho epistrophus* e *Opoptera sulcius* coletadas somente em fevereiro. Espécies *singletons* somam 44% das espécies coletadas durante o estudo. A riqueza e a abundância mostraram correlação positiva com a temperatura, mas não com a precipitação. As borboletas frugívoras do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), SC, Brasil, apresentam uma mudança temporal em sua distribuição, sendo algumas espécies encontradas somente em uma estação, como *Forsterinaria quantius* e *Godartiana muscosa* na primavera e *M. epistrophus*, *O. sulcius* e *Dasyophthalma creusa* no verão, embora não seja possível estabelecer um padrão sazonal, pois as espécies podem apresentar variações entre anos devido às alterações nos regimes de chuva ou à migração de espécies vindas de outras áreas.

Palavras-chave: Borboletas frugívoras, Mata Atlântica, Sazonalidade

ABSTRACT

The butterflies of the Serra do Tabuleiro: temporal distribution during the seasons. The insects are closely related to their habitat, depending on physical variables (such as temperature, precipitation and light), on the presence of plants if they are herbivores, and prey, if predators. Their presence is also variable during the year, which reflect in their community structure throughout the seasons. This study aimed to evaluate the temporal distribution over a year, of Nymphalidae frugivorous butterflies in Atlantic Forest areas in southern Brazil. Four field trips were carried out using baited traps (spring: 11/2009, summer: 02/2010, autumn: 05/2010, and winter: 08/2010). We collected 87 individuals of 11 species, with ten individuals on November, 72 on February, none on May and five on August. The two most abundant species were *Morpho epistrophus* and *Opoptera sulcius*, this last only collected on February. Singletons represented 44% of collected species during this study. Richness and abundance were positively correlated with temperature, but not with rainfall. Frugivorous butterflies in Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), SC, Brazil, presented temporal changes in their distribution, with some species registered only in one season, *Forsterinaria quantius* and *Godartiana muscosa* in spring and *M. epistrophus*, *O. sulcius* and *Dasyophthalma creusa* in summer. Nevertheless, it is not possible to establish a seasonal pattern, because the species may differ among years due to changes in rainfall regimes or species migration of from other areas.

Key-words: Atlantic Forest, Frugivorous butterflies, Seasonality

INTRODUÇÃO

Os insetos estão presentes em quase todos os ambientes do planeta, habitando inclusive a superfície dos oceanos e ocupando as mais variadas altitudes e latitudes; e apresentam sua maior diversidade nos ambientes tropicais (Speight *et al.* 1999).

Muitas espécies possuem estreita relação com as plantas, como os insetos fitófagos ou herbívoros; enquanto outros são predadores e parasitas, e dependem dos primeiros para sua alimentação. Por sua vez, as plantas têm estreita relação com regimes de chuva e temperatura, sendo os fatores abióticos como água, luz e nutrientes, os responsáveis pelo crescimento e qualidade da composição vegetal (Fonseca *et al.* 2005). Segundo Brown (1992), o brotamento de novas folhas e o nascimento de plântulas está relacionado com as precipitações que antecedem a primavera, nos ambientes tropicais.

Os processos ecológicos reguladores das comunidades de insetos são dois: no efeito chamado *bottom up*, a regulação (no caso dos herbívoros) é realizada através da oferta de alimento pelos produtores primários; já no efeito *top-down*, quem regula a comunidade são os predadores, patógenos e parasitóides (Speight *et al.* 1999, Walker & Jones 2001). Esses efeitos podem ter ação simultânea, pois o ciclo dos herbívoros, como por exemplo, lagartas de borboletas, depende da produção de novas folhas (*bottom up*), e também é regulado pela quantidade de parasitóides (*top down*), cujo ciclo está relacionado com o aumento no número de lagartas (Wolda 1978).

Os processos da vida dos insetos como crescimento, desenvolvimento e atividades são dependentes de temperatura, devido ao fato deles serem ectotérmicos, ou seja, regularem sua temperatura de acordo com aquela do ambiente em que estão (Speight *et al.* 1999). Exemplos dessa influência podem ser observados em estudos com a mariposa *Spodoptera cosmioides*, onde temperaturas mais altas abreviaram o período larval (Bavaresco *et al.* 2002), ou com o desenvolvimento de pupas de *Rothschildia lebeau* a baixas temperaturas, originando adultos com asas de coloração mais escura que aquelas mantidas a temperaturas mais altas (Tauber *et al.* 1986).

As borboletas também podem ser afetadas pela variação de temperatura, seja no seu ciclo de vida ou desenvolvimento, podendo mostrar um padrão de distribuição sazonal na natureza. Nos trópicos, as condições físicas podem favorecer a continuação do crescimento e reprodução das borboletas durante todo o ano, já que a temperatura é quase constante, diferente das regiões temperadas, onde existe uma grande variação da

mesma (Tauber *et al.* 1986). Nas comunidades montanas de Mata Atlântica do Brasil, por exemplo, as borboletas apresentam uma distribuição sazonal, com pico de riqueza dos adultos nos meses de janeiro a março (Brown & Freitas 2000). No inverno, os indivíduos estão em sua maioria na forma de estágios imaturos e são poucos os adultos.

O crescimento das plantas-hospedeiras é um fator importante para a regulação do ciclo de vida das borboletas. Muitas plantas-hospedeiras estão disponíveis o ano todo, mas algumas são mais abundantes e adequadas à herbivoria somente durante um período do ano (Tauber *et al.* 1986), tendo as lagartas preferência pelas folhas mais jovens, já que têm mais nutrientes aproveitáveis (Wolda 1978, Lowman 1985). Devido a isso, os adultos podem apresentar certa sazonalidade, já que emergiriam somente após a lagarta terminar de se alimentar em folhas jovens. Geralmente é a combinação entre fatores abióticos e bióticos que influencia a dinâmica das comunidades de borboletas. Assim, Brown (1992), pesquisando o ciclo de vida das borboletas na Serra do Japi, Estado de São Paulo, observou que as lagartas começam a surgir quando as temperaturas aumentam e as chuvas tornam-se regulares, devido ao crescimento das plantas-hospedeiras. Paralelamente, também crescem as populações de parasitas e predadores das fases larvais, contribuindo para uma posterior queda abrupta das populações de borboletas, juntamente com a chegada do frio e a senescência das plantas-hospedeiras.

É comum que as comunidades de borboletas apresentem certa instabilidade entre um ano e outro, devido às flutuações sazonais e à disponibilidade de recursos, com anos de grande abundância de alimento e outros com pouco alimento disponível. Assim, estudos que visem estudar a influência de mudanças climáticas em uma comunidade devem ser realizados durante vários anos, para ser possível diferenciar as variações comuns e sazonais, das mudanças resultantes de influências antrópicas (Brown 1992, Fleishman & Murphy 2009). Por exemplo, espécies de borboletas Brassolini e Morphini que têm como planta hospedeira o bambu, têm suas populações reduzidas nos anos em que este recurso diminui drasticamente, após a floração (Brown & Freitas 2000).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição temporal das borboletas frugívoras da família Nymphalidae ao longo de um ano no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no município de Santo Amaro da Imperatriz, SC, partindo da hipótese de que a comunidade de borboletas adultas possa sofrer flutuações na abundância, riqueza e composição ao longo do ano, devido à influência das condições ambientais (como precipitação e temperatura).

MATERIAIS E MÉTODOS

O Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) está localizado no Estado de Santa Catarina (entre as latitudes 27°41'09" S e 28°12'42" S e longitudes 48°49'20" O e 48°25'08" O). Ocupa uma área de cerca de 90.000 hectares (aproximadamente 1% do território do estado), sendo a maior Unidade de Conservação de Proteção Integral em Santa Catarina (Saliés 2000). O parque foi criado no ano de 1975 através do Decreto nº 1.260/75 e abrange áreas de nove municípios: Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz, Águas Mornas, São Bonifácio, São Martinho, Imaruá, Garopaba e Paulo Lopes, e as ilhas de Fortaleza/Araçatuba, Ilha do Andrade, Ilha dos Papagaios Pequena, Três Irmãs, Moleques do Sul, Siriú, Coral, dos Cardoso e a ponta sul da ilha de Santa Catarina (Saliés 2000). Compreende regiões de serra e de planície litorânea, incluindo áreas de restinga e mangue.

O PEST reúne a maioria das composições botânicas presentes no estado, sendo a área de estudo formada originalmente por Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana, situada entre 30 e 400 m de altitude, caracterizada pela presença de canela-preta (*Ocotea catharinensis*), peroba (*Aspidosperma olivaceum*) e pau-óleo (*Copaifera trapezifolia*) (Reis *et al.* 2000).

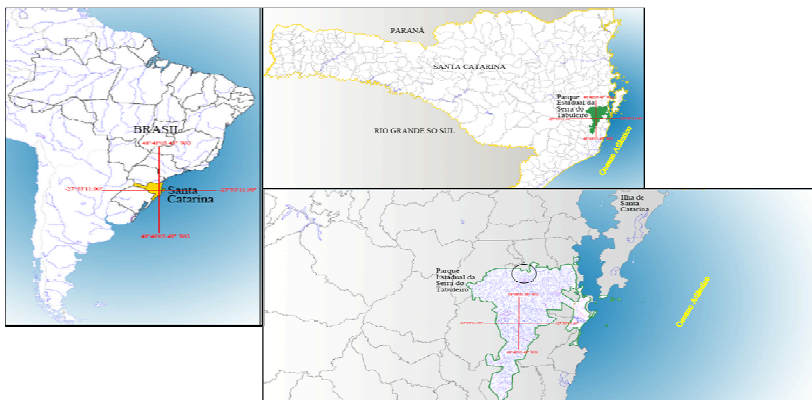


Figura 1. Localização do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no Estado de Santa Catarina, Brasil. O círculo indica a região de amostragem das borboletas. (Adaptado de Socioambiental Consultores Associados Ltda e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM).

O clima na área de estudo é influenciado por duas massas de escala regional: massa polar (fria e úmida) e massa tropical atlântica (quente e úmida), caracterizando o clima mesotérmico úmido, sem períodos de seca, com verão quente, nas áreas abaixo de 800 m e verão brando nas montanhas acima de 800 m (Pimenta 2000). Nas áreas abaixo de 800 m as temperaturas mais elevadas levam à formação de solos mais profundos, com uma vegetação mais heterogênea na estrutura e composição, aumentando assim a biodiversidade (Pimenta 2000).

A pluviosidade anual varia em torno dos 1700 mm, sendo janeiro, fevereiro e março os meses com maior quantidade de chuvas e os meses do outono e inverno os com menor pluviosidade (Pimenta 2000).

A amostragem foi realizada através de quatro campanhas ao longo de um ano, realizadas nos meses de novembro de 2009 (primavera), fevereiro (verão), maio (outono) e agosto de 2010 (inverno). Foram utilizadas armadilhas cilíndricas de atração por isca do tipo VanSomerens-Rydon modificada (Rydon 1964, Uehara-Prado *et al.* 2005). A isca utilizada foi banana fermentada com caldo de cana durante 48h, colocada em copinhos plásticos de 80 ml, presos na base da armadilha por *velcro*, para evitar quedas.

Em cada uma das quatro campanhas foram utilizadas 25 armadilhas, colocadas em grupos de cinco, a uma altura de cerca de 1 m do solo, em áreas do Parque. As armadilhas ficavam ativas durante dez dias no campo, em cada campanha, sendo checadas a cada 48 horas para reposição da isca e retirada dos indivíduos capturados (Hughes *et al.* 1998). Em cada campanha, o esforço foi de 125 amostras, sendo no total das campanhas de 500 amostras.

As borboletas capturadas foram armazenadas em envelopes entomológicos e mortas através de armazenamento em recipiente fechado contendo algodão embebido em clorofórmio. As espécies que foram reconhecidas no campo e que já tinham um número suficiente de indivíduos na coleção foram marcadas na base da asa de acordo com a área de captura, com caneta de retroprojeto de ponta porosa, e posteriormente soltas. Estes indivíduos marcados, quando recapturados não foram contabilizados novamente.

Os indivíduos coletados foram levados para o Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA/UFSC), onde foram montados e secos em estufa a 40°C por dois dias e posteriormente depositados na Coleção Entomológica do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina. A identificação foi realizada através da literatura disponível (DeVries 1987, Brown 1992, Canals 2003, Uehara-Prado *et*

al. 2004) e com a ajuda do professor Dr. André Victor Lucci Freitas, da Universidade Estadual de Campinas, através de fotos digitais.

Para cada estação do ano (campanha de coleta) foram calculadas medidas ecológicas de abundância e riqueza. Realizaram-se curvas de acumulação de espécies através do método Mao Tau pelo programa EstimateS (Colwell 2006), no qual os indivíduos de cada espécie são organizados por amostra e, através de 50 randomizações, foi desenhado um gráfico, onde o eixo X apresenta as amostras e no eixo Y o número de espécies acumulada por amostra, permitindo a observação da suficiência amostral. Calculou-se através do estimador Jackknife 1, a estimativa de riqueza de espécies da área de estudo nos diferentes meses, através do programa EstimateS (Colwell 2006). Para testar se houve relação entre a comunidade de borboletas e as medidas de temperatura e precipitação, foram realizados testes de correlação de Spearman, com a riqueza e abundância, utilizando-se o programa Statistica (Statsoft 2001). Para a análise, foram utilizados os dados de temperatura e de precipitação pluviométricos de cada coleta, obtidos junto à Epagri/Ciram (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina). Os dados de temperatura utilizados foram obtidos da estação Florianópolis (São José), mais próxima da área de estudo (aproximadamente 25 km). Para a precipitação foram utilizados dados da estação de Anitápolis que, apesar de mais distante (35 km), tem características ambientais mais próximas das áreas de estudo.

RESULTADOS

Nas coletas realizadas ao longo de um ano no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro foram coletados 87 indivíduos de 11 espécies de borboletas frugívoras Nymphalidae, com dez indivíduos em novembro, 72 em fevereiro, nenhum em maio e somente cinco em agosto (Tabela 1).

Tabela 1. Lista das espécies de borboletas frugívoras da família Nymphalidae coletadas no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, e sua respectiva abundância nos meses de novembro de 2009 e fevereiro, maio e agosto de 2010.

Espécies	Novembro (primavera)	Fevereiro (verão)	Maio (outono)	Agosto (inverno)	Total
<i>Archaeoprepona meander</i> (Cramer, 1775)	0	0	0	1	1
<i>Caligo beltrao</i> (Illiger, 1801)	0	2	0	0	2
<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felder, 1862)	0	0	0	1	1
<i>Catonephele acontius</i> (Linnaeus, 1771)	1	4	0	1	6
<i>Dasyophthalma creusa</i> (Hübner, [1821])	0	3	0	0	3
<i>Forsterinaria quantius</i> (Godart, [1824])	2	0	0	0	2
<i>Godartiana muscosa</i> (Butler, 1870)	7	0	0	0	7
<i>Memphis hirta</i> (Weymer, 1907)	0	0	0	1	1
<i>Morpho epistrophus</i> (Fabricius, 1796)	0	40	0	0	40
<i>Opoptera sulcius</i> (Staudinger, 1887)	0	23	0	0	23
<i>Taygetis acuta</i> Weymer, 1910	0	0	0	1	1
Abundância (N)	10	72	0	5	87
Riqueza (S)	3	5	0	5	11

As duas espécies mais abundantes, *M. epistrophus*, com 40 indivíduos (46% do total) e *O. sulcius*, com 23 indivíduos (26%), foram coletadas somente durante o mês de fevereiro, contribuindo para que esse mês apresentasse a maior abundância, com um total de 72 indivíduos de cinco espécies (Tabela 1). O mês de novembro apresentou dez indivíduos de somente três espécies. No mês de agosto foram coletados cinco indivíduos de cinco espécies diferentes sendo que todas as espécies que tiveram apenas um indivíduo coletado foram encontradas nesse mês. Assim, essas espécies *singletons* somam 44% das espécies coletadas durante o estudo.

As curvas de acumulação de espécies realizadas pelo método Mao Tau, para os três meses em que foram registradas borboletas, indicam que nas amostragens realizadas nos meses de novembro e fevereiro as curvas quase atingem a assíntota, indicando que coletas adicionais contribuiriam com poucas espécies novas. Mas, para o mês de agosto, observa-se que a amostragem foi insuficiente, com a curva em clara ascensão devido ao grande número de espécies *singletons* encontradas esse mês, fazendo com que o gráfico mostrasse esse resultado (Figura 2).

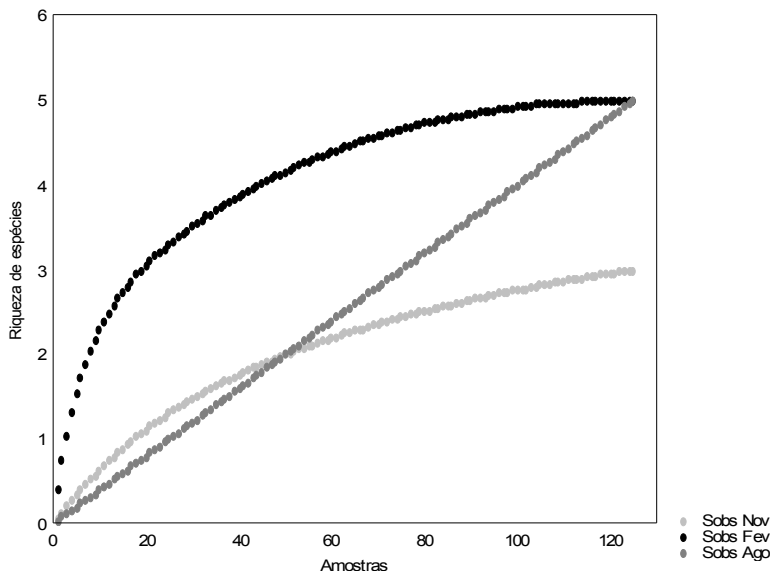


Figura 2. Curva de acumulação de espécies (Mao Tau) de borboletas frugívoras da família Nymphalidae em três meses de coleta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC.

A riqueza observada (Mao Tau) mostrou-se semelhante entre os meses de novembro e agosto, sendo que agosto também não diferiu de fevereiro (Tabela 2). A riqueza esperada, calculada através do estimador Jackknife 1, mostrou-se igual ou um pouco superior do que a obtida nas amostragens, sendo que para o mês de agosto, o estimador apresentou um alto valor devido as espécies *singletons* (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza de espécies observada e estimada da comunidade de borboletas frugívoras, por mês de coleta, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC

	Novembro	Fevereiro	Maio	Agosto
Sobs (Mao Tau)	3 (IC: 1,7-4,3)	5 (IC: 5,0-5,0)	0	5 (IC: 1,4-8,6)
Jack 1	4,0	5,0	0	10,0

Os dados de temperatura e precipitação dos dias de amostragem (Tabela 3) correlacionados com os dados de abundância e riqueza diários de borboletas frugívoras mostraram não haver correlação significativa da precipitação nem com a riqueza nem com a abundância ($[r_s = -0,26; p=0,26]$ e $[r_s = -0,28; p=0,23]$). No entanto, em relação à temperatura, a riqueza mostrou uma correlação positiva significativa com esta variável $[r_s=0,65; p<0,01]$, assim como também houve um aumento da abundância das borboletas frugívoras nos dias com maiores temperaturas $[r_s=0,64; p<0,01]$.

Quando os dados foram analisados a partir da precipitação mensal assim como a temperatura média mensal, não foi observada nenhuma correlação significativa nem com a abundância nem com a riqueza de espécies.

O mês de maio, excepcionalmente no período de estudo, apresentou uma alta precipitação (Tabela 3), podendo ter influenciado nos resultados das coletas das borboletas.

Tabela 3. Dados de precipitação (Anitápolis, SC) e temperatura (São José, SC): temperatura média mensal, temperaturas mínimas e máximas dos dias de amostragem e do mês (° Celsius).

Variável	Novembro	Fevereiro	Maio	Agosto
Precipitação (mm)	121,3	174,1	443,0	67,0
Temp máx do mês	33,0	34,7	26,8	24,4
Temp mín do mês	16,7	16,7	12,5	7,0
Temp média mensal	24,8	26,8	19,7	16,6
Temp min dia de coleta	18,7	22,5	12,5	12,5
Temp max dia de coleta	33,0	33,0	24,3	30,6

DISCUSSÃO

A presença de insetos em um ambiente depende da presença de alimentos, e a disponibilidade de alimentos varia sazonalmente. Para os herbívoros, estes devem estar presentes quando folhas novas são produzidas (Wolda 1978). Em Barlow *et al.* (2007), a abundância das borboletas apresentou correlação positiva com a queda de folhas, o que indica que as novas folhas poderiam servir de alimento para as lagartas.

As borboletas frugívoras do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) apresentam uma forte mudança temporal em sua distribuição, sendo algumas espécies encontradas somente em uma estação, como *F. quantius* e *G. muscosa* na primavera e *M. epistrophus*, *O. sulcius* e *D. creusa* no verão. Das cinco espécies encontradas no inverno, quatro foram coletadas somente nessa estação, embora com um único indivíduo cada. Segundo Brown (1992), na Serra do Japi, localizada na latitude 23° Sul no Estado de São Paulo, são poucos os adultos residentes presentes no inverno, sendo que a maioria das espécies encontradas nessa estação é originária de regiões mais frias (de maior altitude ou menor latitude), tendo migrado para regiões de maior temperatura. Outros estudos, como o de Shahabuddin & Terborgh (1999), também demonstraram que ocorre migração/dispersão de borboletas frugívoras em resposta a mudanças no ambiente, nas estações secas e chuvosas.

Outra explicação poderia ser a variação dos recursos alimentares dos adultos. As espécies *A. meander* e *M. hirta* pertencem à subfamília Charaxinae, e são tidas como espécies de dossel (DeVries 1987, DeVries & Walla 2001). Por terem ciclos de vida longos (os adultos do gênero *Archaeoprepona* podem viver mais de dois meses), talvez a escassez de recursos no dossel durante o inverno faça com que as borboletas sejam mais facilmente atraídas pelas iscas das armadilhas (DeVries 1987).

Os resultados mostram que existe claramente maior abundância e riqueza de borboletas frugívoras no PEST nos meses de verão, fevereiro neste caso. Durante o mês de maio, com temperatura média de 19,7°C, não houve captura de nenhum indivíduo, o que poderia estar associado à alta precipitação ocorrida durante esse mês na região (443 mm em 23 dias de chuva), acima do esperado para o período. Isto influenciaria a comunidade de borboletas, através de decréscimo populacional ou impedindo que as iscas exercessem efeito atrativo para as borboletas.

A espécie *C. acontius* parece ser comum o ano inteiro, pois foi encontrada em três estações estudadas, com maior abundância no mês de verão. Todos os indivíduos capturados foram fêmeas, e isso pode ser

explicado pelo fato dos indivíduos desse sexo serem mais atraídos pelas armadilhas, por se alimentarem perto do solo ou estarem em busca de plantas hospedeiras para a oviposição, como registrado para outra espécie do mesmo gênero (*C. orites* Stichel, 1898) por DeVries (1987).

A espécie mais abundante foi *M. epistrophus*, com 40 indivíduos capturados no mês de verão. Esta é uma espécie bastante abundante na região nos meses quentes e bastante restrita aos mesmos, pois possui fase adulta de pouca duração. Brown (1992) registrou essa mesma espécie em fase de lagarta nos meses de inverno e primavera, na Serra do Japi. No PEST, foram observadas lagartas, possivelmente de *M. epistrophus*, em árvore de ingá (*Inga* sp.), no mês de novembro (primavera) e os adultos encontrados nos meses de fevereiro a abril.

Pelos resultados das análises de correlação, a temperatura nos dias de coleta influencia na abundância e riqueza, sendo que as borboletas preferem dias ensolarados e sem chuva, para saírem em busca de alimentos. As iscas também exerceriam uma maior atração nos dias mais quentes, já que a evaporação de voláteis seria maior, atraindo mais facilmente as borboletas.

Durante o ano de estudo, os meses mais chuvosos (com mais de 20 dias com chuva) foram outubro, dezembro e janeiro, nos quais pode ter ocorrido um crescimento das plantas-hospedeiras, contribuindo para a alta abundância de indivíduos adultos nos meses seguintes (Brown 1992). As chuvas sazonais influenciam no crescimento das plantas hospedeiras e afetam a umidade que, combinada com outros fatores como temperatura e vento, podem mudar as condições microclimáticas do local (Speight *et al.* 1999).

Apesar das diferenças encontradas na abundância, riqueza e composição das espécies nos meses de estudo, não é possível com estes dados estabelecer um padrão sazonal para as borboletas frugívoras da região sul da Mata Atlântica, devido ao baixo número de indivíduos e de espécies amostradas. Foram poucas as espécies que obtiveram uma abundância satisfatória, com somente duas espécies (*M. epistrophus* e *O. sulcius*) com mais de dez indivíduos coletados durante o estudo, e um alto número de espécies *singletons* ou com poucos indivíduos. As espécies coletadas no inverno foram todas *singletons*, as espécies da primavera foram somente três, com a abundância máxima de sete indivíduos, e nenhuma espécie foi capturada no outono. Estudos de variação temporal com duração de um ano ou menos não são satisfatórios, pois as espécies podem apresentar variações entre anos, devido às alterações nos regimes de chuva ou à migração de espécies vindas de outras áreas (DeVries

1987, Brown & Freitas 2000, DeVries & Walla 2001, Barlow *et al.* 2007).

Apesar disso foi possível notar diferenças na comunidade entre as estações do ano, o que permite que futuros estudos sejam realizados a fim de se entender melhor o funcionamento das comunidades de borboletas frugívoras no sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

BARLOW, J., OVERAL, W.L., ARAUJO, I.S., GARDNER, T.A. & PERES, C.A. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. *Journal of Applied Ecology* 44: 1001-1012.

BAVARESCO, A., GARCIA, M.S., GRÜTZMACHER, A.D., FORESTI, J., RINGENBERG, R. 2002. Biologia e Exigências Térmicas de *Spodoptera cosmioides* (Walk.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotropical Entomology* 31: 49-54.

BROWN JR., K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: Diversidade, Habitats, Recursos Alimentares e Variação Temporal, p. 142-186. *In*: L. P. C. Morellato (org.). História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil. Campinas, Editora Unicamp, 321p.

BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000. Atlantic Forest butterflies: indicator of landscape conservation. *Biotropica* 32: 934-956.

CANALS, G.R. 2003. Mariposas de Misiones. L.O.L.A., Buenos Aires, 492p.

COLWELL, R.K. 2006. Estimates (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples), version 7.5.2.

DEVRIES, P. J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton, Princeton University Press, 327p.

DEVRIES, P.J. & WALLA, T.R. 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biological Journal of the Linnean Society* 74: 1-15.

FLEISHMAN, E. & MURPHY, D.D. 2009. A realistic Assessment of the Indicator Potential of Butterflies and Other Charismatic Taxonomic Groups. *Conservation Biology* 23: 1109-1116.

FONSECA, C.R., PRADO, P.I., ALMEIDA-NETO, M., KUBOTA, U. & LEWINSOHN, T.M. 2005. Flower-heads, herbivores, and their parasitoids: food web structure along a fertility gradient. *Ecological Entomology* 30: 36-46.

HUGHES, J.B., DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 1998. Use of fruit bait traps for monitoring of butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). *Revista de Biología Tropical* 46: 697-704.

LOWMAN, M.D. 1985. Temporal and spatial variability in insect grazing of the canopies of five Australian rainforest tree species. *Australian Journal of Ecology* 10: 7-24.

PIMENTA, L.H.F. 2000. Geologia, Geomorfologia e Pedologia *In*: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: diagnóstico dos meios físico e biótico. Produto básico de zoneamento, FATMA, Florianópolis, p. 12-43.

REIS, A., LISBOA, R.Z., IZA, O.B. & OLIVEIRA, K.N. 2000. Flora e Vegetação *In*: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: diagnóstico dos meios físico e biótico. Produto básico de zoneamento, FATMA, Florianópolis, p. 75-118.

RYDON, A. 1964. Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterists' Society* 18: 51-58.

SALIÉS, E.C. 2000. Apresentação *In*: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro: diagnóstico dos meios físico e biótico. Produto básico de zoneamento, FATMA, Florianópolis, p. 2-10.

SHAHABUDDIN, G. & TERBORGH, J.W. 1999. Frugivorous butterflies in Venezuelan Forest fragments: abundance, diversity and effects of isolation. *Journal of Tropical Ecology* 15: 703-722.

SPEIGHT M.R., HUNTER, M.D., WATT, A.D. 1999. Ecology of insects. Concepts and applications. Blackwell, Oxford, 400p.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (Data Analysis Software System), version 6.0.

TAUBER, M.J., TAUBER, C.A., MASAKI, S. 1986. Seasonal Adaptation of Insects. Oxford, Oxford University Press, 411p.

UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K.S. 2004. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica* 4: 1-25.

UEHARA-PRADO, M., BROWN JR., K.S., & FREITAS, A. V. L. 2005. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Lepidopterists' Society* 59: 96 -106.

WALKER, M. & JONES, T.H. 2001. Relative roles of top-down and bottom-up forces in terrestrial tritrophic plant–insect herbivore–natural enemy systems. *Oikos* 93: 177–187.

WOLDA, H. 1978. Seasonal Fluctuations in Rainfall, Food and Abundance of Tropical Insects. *Journal of Animal Ecology* 47: 369-381.

CAPÍTULO 3

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO TABULEIRO, SC, EM ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA EM DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS

RESUMO

Distribuição espacial de borboletas frugívoras do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, em áreas de Mata Atlântica em diferentes estágios sucessionais. Algumas espécies de borboletas são restritas a determinados tipos de ambiente, pois são sensíveis a mudanças nas características do local, como luminosidade, temperatura e composição vegetal. Elas podem ser utilizadas como organismos indicadores, pois refletem mudanças que ocorrem no ambiente. Visando aprofundar o conhecimento das borboletas frugívoras da Mata Atlântica do Estado de Santa Catarina, realizou-se um estudo no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, em cinco áreas com diferentes gradientes de conservação. As amostragens foram realizadas de fevereiro a abril de 2010 em cinco áreas, utilizando-se armadilhas de captura com isca (banana fermentada com caldo de cana). Foram colocadas cinco armadilhas por área, expostas durante 10 dias por mês e revisadas a cada 48h para captura dos indivíduos e reposição de isca. Para a análise da vegetação, foi utilizado o método do ponto-quadrante adaptado, onde em cada ponto foram medidas a altura, o DAP/DAT e o diâmetro da copa para as árvores e arbustos (menos de 1 m de altura) a menor distância. Mediu-se também, em quadrados de 1m², a altura da serapilheira e as porcentagens de cobertura de serapilheira, área verde e solo exposto e a porcentagem de cobertura do dossel. Foram coletados 314 indivíduos de 14 espécies de borboletas, das quais 57% foram de espécies *singletons*. *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796) foi a espécie mais abundante em todas as áreas. As áreas não diferiram significativamente quanto à abundância, riqueza e diversidade (H'). A Análise de Correspondência Canônica não foi significativa pelo teste de Monte-Carlo, mas foi possível observar uma relação entre as variáveis ambientais e algumas espécies de borboletas. Pelo teste Ind-Val, duas espécies foram tidas como indicadoras: *Dasyophthalma creusa* (Hübner, [1821]) de áreas conservadas e *Opoptera sulcius* (Staudinger, 1887) de áreas em estágio intermediário de conservação. Os resultados mostram que algumas espécies têm preferência por certos locais,

enquanto que outras são melhor distribuídas ao longo dos gradientes, confirmando a importância do conhecimento da comunidade para futuros estudos de conservação.

Palavras-chave: Nymphalidae, Conservação, Diversidade beta, Sucessão

ABSTRACT

Spatial distribution of frugivorous butterflies in Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, in areas of Atlantic Forest at different successional stages. Some butterfly species are restricted to certain habitats because they are sensitive to changes in environmental characteristics such as light, temperature and vegetation composition. They can be used as indicator organisms because they reflect changes that occur in the environment. In order to increase the knowledge of frugivorous butterflies at Atlantic Forest of the Santa Catarina State, this study was carried out at Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, in five areas representing different conservation gradients. Sampling was conducted from February to April 2010 in five areas. Five baited traps (mashed banana with sugar cane juice) were used in each area and exposed for 10 days per month, being reviewed every 48 hours in order to capture individuals and replace the bait. For the vegetation analysis, we used an adaptation of the point-quadrant method, where at each point height, DBH / DAH and canopy diameter for trees and shrubs (less than 1 m height) at the shortest distance were measured. The height of the litter and the percentage of litter cover, bare area, green area and percentage canopy cover were also measured in 1m² quadrats. We collected 314 individuals from 14 butterfly species, 57% of which were *singletons* species. *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796) was the most abundant species in all areas. The areas did not differ significantly on abundance and diversity (H'). The Canonical Correspondence Analysis test was not significant by Monte-Carlo test, but it was possible to observe a relationship between environmental variables and some butterfly species. Two species were considered as indicators by the IndVal test: *Dasyophthalma creusa* (Hübner, [1821]) for conserved areas and *Opoptera sulcius* (Staudinger, 1887) for areas with intermediate conservation status. The results show that some species have preferences for certain locations, while others are better distributed along the conservation gradients, confirming the importance of community knowledge for future conservation studies.

Key words: Beta Diversity, Conservation, Nymphalidae, Succession

INTRODUÇÃO

A conservação da biodiversidade é um tema que tem sido bastante discutido nos últimos anos, com a preocupação crescente com questões relacionadas ao meio ambiente e aos cuidados com a flora e fauna. Áreas prioritárias para a conservação, chamadas *hotspots*, têm sido estabelecidas, sendo áreas definidas pela presença de pelo menos 1500 plantas endêmicas e que apresentam 75% ou mais de sua área original destruída (Myers 1988). A Mata Atlântica, que mantém apenas entre 11.4% e 16.0% de sua área original, é considerada um dos *hotspots* mundiais mais importantes, apresentando 8000 espécies de plantas endêmicas (2,7% do total mundial de espécies) e 654 espécies de vertebrados endêmicos (2,1% do total mundial) (Ribeiro *et al.* 2009, Myers *et al.* 2000).

No Brasil, a questão da mudança do Código Florestal (Lei Nº 4.771/1965), prevendo redução nas Áreas de Preservação Permanente, como topos de morros e matas ciliares, e também nas áreas de Reserva Legal, vem sendo bastante discutida e contestada por ambientalistas. A principal questão é a preservação de áreas importantes e críticas para conservação da biodiversidade, como a Mata Atlântica, por exemplo, que possui apenas 35,9% de áreas com algum tipo de vegetação protegida (Myers *et al.* 2000, Freitas 2010).

Com esse intuito, pesquisadores têm desenvolvido estudos utilizando-se de organismos bioindicadores (Brown 1997, McGeoch 1998, Brown & Freitas 2000, Barlow *et al.* 2007a, Uehara-Prado *et al.* 2009). Para um grupo de organismos ser considerado bom bioindicador ele deve possuir algumas características que facilitariam seu acompanhamento em estudos de monitoramento em longo prazo, como ser relativamente comum na natureza e ser encontrado em diversos lugares e estações do ano, sua taxonomia deve ser bem conhecida e ele deve ser facilmente identificado (Brown 1997). Assim, a característica essencial de um indicador é responder às mudanças e perturbações do habitat e permitir sua comparação entre diferentes locais (Brown 1997).

Segundo McGeoch (1998), os indicadores biológicos podem ser divididos em três categorias: 1) indicadores ambientais - espécies ou grupos que respondem a mudanças ou distúrbios ambientais de forma facilmente quantificada e mensurada, cuja presença/ausência ou mudança no comportamento indica características do habitat; 2) indicadores ecológicos - espécies ou conjuntos de espécies sensíveis a estresses que degradam a biodiversidade e que representam pelo menos um subconjunto de outros organismos que respondem da mesma maneira; e 3) indicadores

de biodiversidade - um *taxon* ou grupo funcional que reflete alguma medida de diversidade de outros *taxa* em um habitat, sendo a riqueza de um indicador usada para estimar a riqueza de outros *taxa*, por exemplo.

Os insetos têm sido bastante utilizados como indicadores ecológicos em diversas regiões do Brasil, principalmente borboletas frugívoras, besouros escarabeíneos e formigas (Brown & Freitas 2000, Freitas *et al.* 2006, Gardner *et al.* 2008, Uehara-Prado *et al.* 2009). São várias as ameaças que sofrem as borboletas, como a perda de habitat, mudança no clima, presença de espécies invasoras, poluição e exploração das espécies para comercialização (Bonebrack *et al.* 2010). Algumas dessas ameaças estão relacionadas ao fato das borboletas frugívoras estarem correlacionadas com o habitat em que vivem, pois dependem de temperatura, luminosidade, umidade e também de recursos alimentares para os adultos e da presença de plantas hospedeiras para alimentação dos juvenis (Gilbert 1984, Brown & Freitas 2000, Barlow *et al.* 2007b, Ribeiro *et al.* 2008). Estudos relacionando mais de um táxon indicam que as borboletas frugívoras podem ser um grupo apropriado para ser utilizado também como indicador de biodiversidade, estando fortemente relacionado com a diversidade de outros grupos da fauna (Barlow *et al.* 2007a).

As florestas tropicais são bastante dinâmicas, oferecendo diversos tipos de microclima para os que as habitam. Em áreas abertas ou próximas do dossel, há presença de vento, maior temperatura e baixa umidade, enquanto que dentro da floresta a temperatura diminui e a umidade aumenta (Whitmore 1998). A luminosidade também é diferente nas diversas áreas de uma floresta, sendo baixa no sub-bosque, e alta em clareiras e no dossel (Whitmore 1998), e devido a essas características, a fauna e a flora desses locais apresentam-se bastante diversas. Uma planta que cresce em uma clareira tem preferência por locais bem iluminados e mais quentes, diferente de outra que cresce no sub-bosque da floresta. Do mesmo modo, os animais também têm preferência por locais com maior ou menor iluminação e as borboletas, por serem altamente relacionadas com a vegetação, também possuem preferência por alguns tipos de habitat, como mostram os trabalhos de DeVries (1987), Brown & Freitas (2000), Ramos (2000), Hamer *et al.* (2003), Barlow *et al.* (2007b).

As borboletas frugívoras vêm sendo bastante utilizadas em estudos que envolvem alterações e degradação de habitat, pois podem apresentar diferentes respostas a essas mudanças. Elas podem reagir com indiferença, desaparecimento total ou parcial, ou ser favorecidas pela perturbação, resultando num aumento na riqueza e/ou abundância das espécies, devido à preferência de algumas subfamílias ou espécies por determina-

do tipo de habitat (Brown 1997, Brown & Freitas 2000, Ramos 2000, Barlow *et al.* 2007b, Uehara-Prado *et al.* 2007, Bonebrack *et al.* 2010). Além de facilmente amostradas, através de armadilhas de atração por isca e com baixo custo, elas possuem todas as outras características de boas bioindicadoras e adicionalmente são animais bastante carismáticos, que tem a afeição da comunidade não científica, podendo ser usadas em programas de monitoramento como espécies-bandeira (Brown 1997, Fleishman & Murphy 2009).

Por estes motivos, este trabalho teve por objetivo analisar a comunidade de borboletas frugívoras em cinco áreas de Mata Atlântica com diferentes gradientes de conservação, e verificar sua relação com a complexidade vegetacional a fim de identificar espécies exclusivas de determinados tipos de paisagem e que possam servir como indicadores ambientais em trabalhos de monitoramento na região.

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostragem das borboletas foi realizada em três campanhas de campo, nos meses de fevereiro, março e abril de 2010, em cinco áreas localizadas no setor Norte do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, em trilhas que tinham início no Hotel Plaza Caldas da Imperatriz, no município de Santo Amaro da Imperatriz, SC (27°43' S; 48°48'O) (Figura 1). Para uma descrição mais completa da área ver Capítulo 1.

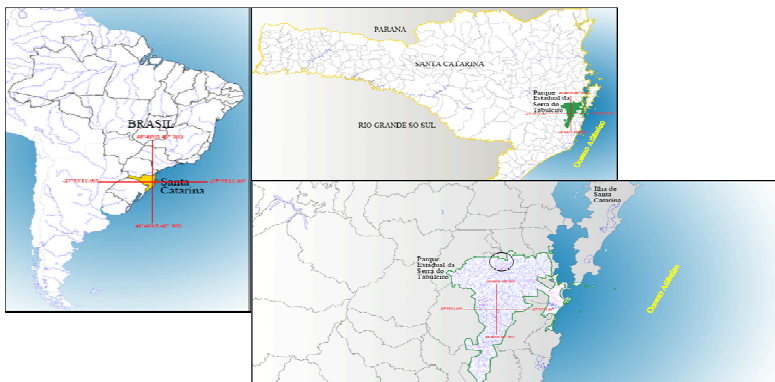


Figura 1. Localização do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, no Estado de Santa Catarina, Brasil. O círculo indica a região de amostragem das borboletas. (Adaptado de Socioambiental Consultores Associados Ltda e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM).

Em cada campanha foram alocadas 25 armadilhas de atração por isca do tipo Van Someren-Rydon modificada nas áreas escolhidas (Rydon 1964, Uehara-Prado *et al.* 2005). A isca de atração utilizada foi banana fermentada com caldo de cana durante 48h, colocada em copinhos plásticos de 80 ml, presos na base da armadilha (Figura 2). Em cada uma das áreas foram colocadas cinco armadilhas, distando 20 metros uma das outras, a uma altura de cerca de 1 m do solo. As armadilhas ficaram ativas durante dez dias no campo, e eram revisadas a cada 48 horas para coleta dos indivíduos capturados e reposição da isca (Hughes *et al.* 1998). No total, o esforço amostral de cada armadilha foi de 15 amostras.

As borboletas foram capturadas, armazenadas em envelope entomológico, e colocadas em um recipiente fechado contendo algodão embebido em clorofórmio. Posteriormente, foram levadas ao laboratório onde foram montadas e identificadas. As espécies que já haviam sido capturadas e reconhecidas no campo foram marcadas com caneta permanente de ponta porosa na base da asa, de acordo com a área, e soltas para, quando capturadas novamente, não serem contabilizadas.

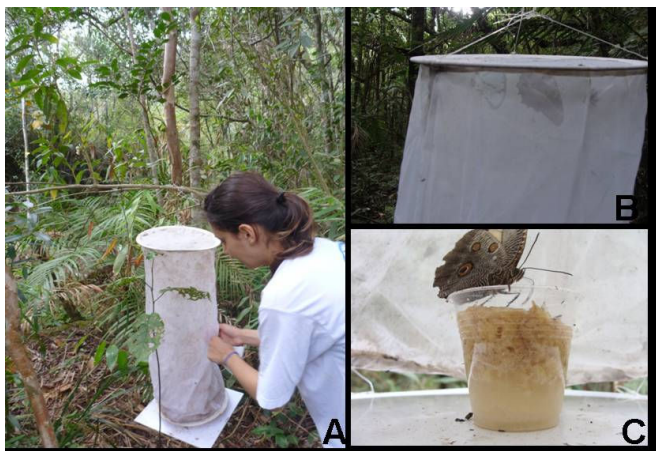


Figura 2. (A) Armadilha instalada em campo para coletar borboletas frugívoras, (B) Borboleta coletada na armadilha, (C) Borboleta alimentando-se da isca

As identificações foram baseadas na literatura disponível (DeVries 1987, Brown 1992, Canals 2003, Uehara-Prado *et al.* 2004) e confirmadas pelo professor Dr. André Victor Lucci Freitas, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), através de fotos digitais.

As áreas de amostragem onde as armadilhas foram alocadas localizavam-se em três trilhas diferentes e foram escolhidas de acordo com seu estado de conservação. Na trilha próxima à Pousada da Mata, conhecida como “Estrada Velha” – área de mata secundária (SP- Secundária Pousada) – foram alocadas cinco armadilhas. Também próxima à Pousada, a trilha conhecida como “grotão” foi escolhida por manter ainda uma vegetação de mata conservada, ou “mata primária” (PP – Primária Pousada), apresentando árvores maiores, menor quantidade de arbustos e maior quantidade de epífitas, sendo alocadas nessa área mais cinco armadilhas. Na trilha conhecida como Cascata do Tatu, foram escolhidas mais três áreas. As áreas apresentam conhecido histórico de desmatamento, devido a um surto de febre amarela ocorrido no estado na década de 1950 que, desmatando uma área de 1 km partindo da cidade de Santo Amaro da Imperatriz, fez com que a área de mata secundária possua uma vegetação com cerca de 60 anos em regeneração. No início da trilha escolheu-se uma área de capoeirinha (CC – Capoeirinha Cascata), bastante degradada, com alta luminosidade e muitos arbustos, onde foram colocadas cinco armadilhas. Na continuação da trilha, em uma área de mata secundária (SC – Secundária Cascata), foram alocadas mais

cinco armadilhas. E a ultima área escolhida, nessa mesma trilha, foi uma de mata primária (PC – Primária Cascata), com árvores bastante frondosas, muitas bromélias e presença de canela-preta (*Ocotea catharinensis* Mez.; Lauraceae), onde foram alocadas as últimas cinco armadilhas (Figura 3). A canela-preta é uma espécie de clímax, essencialmente do interior da floresta primária, encontrada em áreas de Mata Atlântica do sul e sudeste do Brasil; encontra-se atualmente na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria das espécies vulneráveis, devido à destruição do seu habitat e à intensa exploração sofrida pela extração de madeira e óleos essenciais (EMBRAPA 2011).

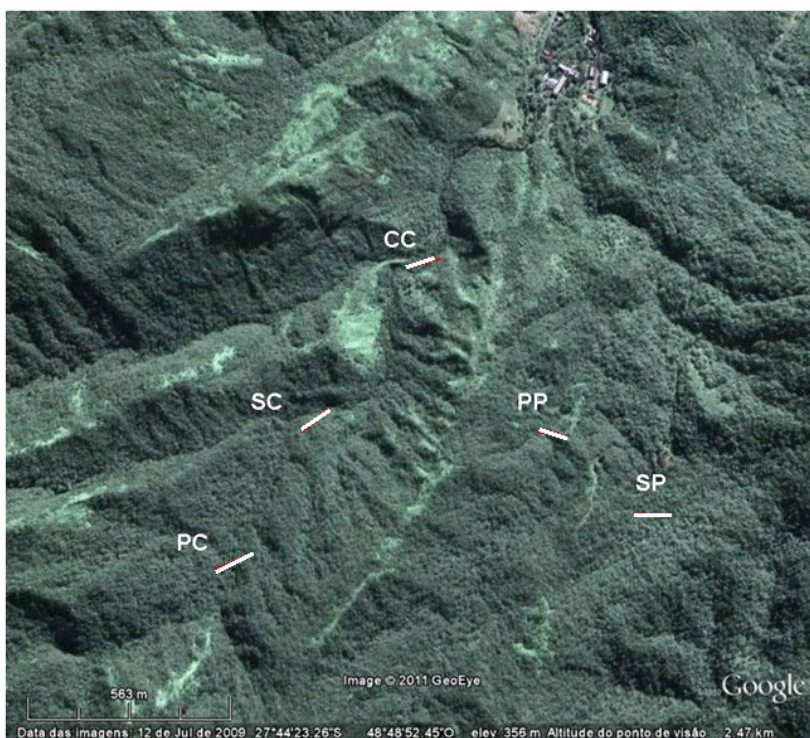


Figura 3. Imagem de satélite das áreas de amostragem de borboletas frugívoras no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. PP (Primária Pousada), SP (Secundária Pousada), CC (Capoeirinha Cascata), SC (Secundária Cascata) e PC (Primária Cascata).

Para avaliar a complexidade da vegetação, usou-se o método do ponto-quadrante adaptado (Daubenmire 1959, Brower *et al.* 1998, Mitchell 2007). Esse método foi utilizado em cada um dos 25 pontos onde as armadilhas foram penduradas: abaixo de cada armadilha colocou-se uma cruz, feita de cano PVC, com um dos lados marcado e, com ajuda de uma bússola, apontado para a direção Norte. A partir disso tinham-se quatro quadrantes (nordeste, sudeste, sudoeste e noroeste). A partir do centro da cruz e saindo para cada quadrante, eram feitas as medidas da vegetação e do ambiente, a fim de que se obtivessem quatro medidas de cada variável. Para cada árvore e arbusto mais próximos foram medidas as distâncias até o centro da cruz, a altura, o diâmetro da copa e o diâmetro do tronco à altura do peito (1,3m) para as árvores (DAP) e o diâmetro à altura do tornozelo (0,1m) para os arbustos (DAT). Depois de realizadas as medidas para cada quadrante, a partir destas foi calculada uma média, para obter uma medida de cada variável por ponto. Foram consideradas árvores aquelas que tinham DAP acima de cinco cm à altura do peito, e arbustos, aquelas com menos de 1 m de altura.

Em cada quadrante, dentro de um quadrado de 1m x 1m demarcado no solo com canos de PVC, mediu-se a altura da serapilheira e, através de estimativa visual, as porcentagens de cobertura de serapilheira, área verde e área de solo exposto (sem vegetação e serapilheira), usando as seguintes classes: 0-5%, 6-25%, 26-50%, 51-75%, 76-95% e 96-100%. Utilizando-se as mesmas classes, estimou-se visualmente a porcentagem de cobertura do dossel nas quatro direções, com o auxílio de um quadrado de papelão cuja área vazada era de 10 cm x 10 cm, colocado a uma distância de 40 cm do olho do observador, a uma inclinação de 20° em relação ao céu (Ramos 2000). As medidas de estimativa visual foram feitas sempre pelo mesmo observador, a fim de padronizar o erro. Das medidas dos quadrados (um para cada quadrante, totalizando quatro por ponto), também foi tirada a média, para que se obtivesse um valor para cada ponto de amostragem.

Realizaram-se curvas de acumulação de espécies através do método Mao Tau pelo programa EstimateS (Colwell 2006), no qual os indivíduos de cada espécie são organizados por amostra, permitindo a observação da suficiência amostral. Para analisar os dados da comunidade de borboletas, foram calculadas a diversidade e equitabilidade. Para tanto, foram utilizados 15 valores, correspondentes às borboletas coletadas em cada armadilha nos três meses de coleta, calculando assim a média destes valores. Para analisar se houve diferença entre as áreas em relação aos parâmetros médios das medidas ecológicas citadas, foram realizadas Análises de Variância (ANOVA), no programa Estatística (Statsoft

2001). Para realizar uma análise de ordenação dos pontos de amostragem em relação à semelhança em riqueza e abundância foram calculadas matrizes de similaridade (Sorensen, para análise qualitativa e Bray-Curtis para análise quantitativa) e feitas Análises de Escalonamento Multidimensional Não-Métrica (NMDS) no programa Primer (Primer-E 2004). Seguindo Barlow *et al.* (2007b), foi utilizada a transformação de raiz quadrada para reduzir a influência das espécies comuns e diferenças na abundância total. Para verificar a presença de espécies indicadoras utilizou-se o método IndVal, através do programa PC-Ord (McCune & Mefford 1999).

Para analisar os parâmetros da vegetação em cada ponto de coleta foi feita uma Análise de Componentes Principais (PCA) por matriz de covariância, após a normalização dos dados, no programa Primer (Primer-E 2004). Para relacionar a comunidade de borboletas com a composição da vegetação utilizou-se uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) no programa CANOCO (ter Braak & Šmilauer 2006).

RESULTADOS

No período de fevereiro a abril de 2010 foram coletados 314 indivíduos de borboletas frugívoras de 14 espécies, pertencentes a três subfamílias da família Nymphalidae: Biblidinae: *Catonephele acontius* (Linnaeus, 1771); Charaxinae: *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758) e *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775); Satyrinae, Brassolini: *Caligo beltrao* (Illiger, 1801), *Caligo martia* (Godart, [1824]), *Dasyophthalma creusa* (Hübner, [1821]), *Dasyophthalma rusina* (Godart, [1824]), *Opoptera sulcius* (Staudinger, 1887) e *Opsiphanes quiteria* (Stoll, 1780); Satyrinae, Morphini: *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796) e *Morpho helenor* (Cramer, 1776); Satyrinae, Satyrini: *Euptychoides castrensis* (Schaus, 1902), *Pareuptychia ocirrhoe* (Fabricius, 1776) e *Paryphthimoides grimon* (Godart, [1824]).

A espécie *M. epistrophus* foi a mais abundante, seguida de *O. sulcius*. Estas representam, respectivamente, 78% e 12% do total de indivíduos coletados nos três meses de estudo e ambas foram encontradas em todas as áreas estudadas (Tabela 1).

Das 14 espécies coletadas, oito foram *singletons*, ou seja, 57% das espécies tiveram apenas um indivíduo coletado durante o estudo. Apenas duas espécies tiveram mais de dez indivíduos capturados, duas espécies tiveram uma amostra de nove indivíduos e duas espécies obtiveram dois indivíduos.

Tabela 1. Lista das espécies de borboletas frugívoras e respectiva abundância em cinco áreas de coleta em diferentes estados de conservação, entre os meses de fevereiro a abril de 2010, no parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC.

Espécie	Área					Total
	PC	PP	SP	SC	CC	
<i>Archaeoprepona demophon</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Caligo beltrao</i>	1	1	0	0	0	2
<i>Caligo martia</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Catonephele acontius</i>	1	1	1	4	2	9
<i>Dasyophthalma creusa</i>	1	5	2	0	1	9
<i>Dasyophthalma rusina</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Euptychoides castrensis</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Fountainea ryphea</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Morpho epistrophus</i>	68	43	23	54	58	246
<i>Morpho helenor</i>	0	0	1	0	1	2
<i>Opoptera sulcius</i>	5	8	1	16	8	38
<i>Opsiphanes quiteria</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Paryphthimoides grimon</i>	0	1	0	0	0	1
Total de indivíduos (N)	76	60	28	74	76	314
Riqueza (S)	5	7	5	3	11	14

Quando realizada a curva de acumulação de espécies para as 75 amostras colhidas em cada área, observa-se que não houve diferença significativa entre a riqueza das cinco áreas de estudo (Figura 4). Observa-se também que a área da Capoeirinha (CC) ou área com menor grau de conservação, foi a que obteve menor suficiência amostral, indicando que uma maior quantidade de amostras poderia aumentar a riqueza de espécies da área, possivelmente devido ao alto número de espécies com um único indivíduo coletado. A curva da área de Mata Secundária da Cascata (SC) mostra que a comunidade de borboletas pode ter atingido uma suficiência amostral, com somente três espécies coletadas, enquanto as outras áreas ainda devem possuir espécies a serem coletadas.

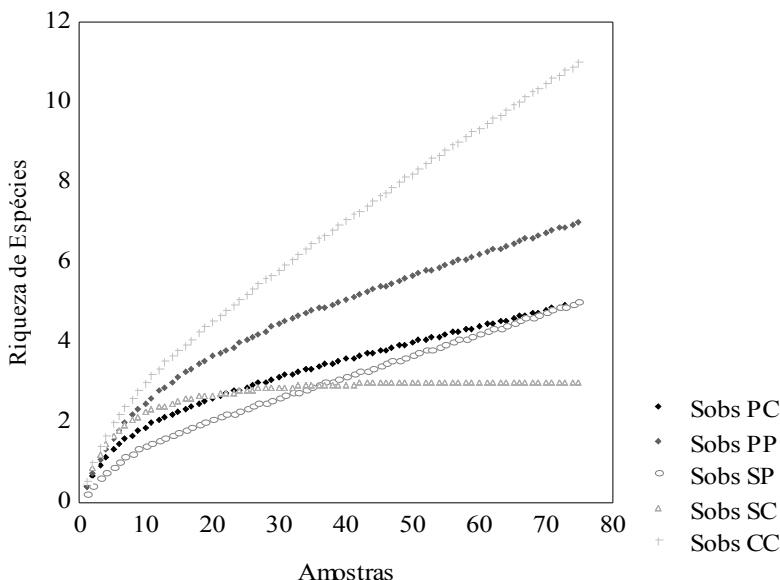


Figura 4. Curva de acumulação de espécies de borboletas frugívoras em cinco áreas de amostragem durante os meses de fevereiro a abril de 2010 no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

A área de Capoeirinha foi a que obteve maior riqueza, com 11 espécies, e as outras áreas apresentam riquezas entre três e sete espécies (Tabela 1). A área Primária da Pousada teve sete espécies e a maior abundância foi encontrada nas áreas Primária da Cascata e Capoeirinha, com 76 indivíduos. Destaca-se a área Secundária da Pousada, que teve uma riqueza intermediária (cinco espécies) e baixa abundância (28 indivíduos). A espécie *M. epistrophus* teve sua maior abundância na área Primária da Cascata e a menor na Secundária da Pousada, enquanto que a espécie *O. sulcius* teve sua maior abundância na Secundária da Cascata. As espécies *D. creusa* e *C. acontius*, com 3% do total de indivíduos cada, tiveram suas maiores abundâncias na Primária da Pousada e Secundária da Cascata, respectivamente.

As riquezas observadas para as áreas diferiram estatisticamente somente entre a área Secundária da Cascata (SC) e Capoeirinha (CC) e Secundária da Cascata e Primária da Pousada (PP) (Tabela 2). A riqueza esperada, calculada através do estimador Jackknife 1, foi maior para a área da Capoeirinha, seguida de Primária da Pousada e Secundária da

Pousada, devido ao alto número de espécies *singletons*, e menor para a área Secundária da Cascata. Os índices de diversidade de Shannon (H') e de Equitabilidade de Pielou (J') podem ser observados na Tabela 2. As análises de variância realizadas para cada uma destas medidas ecológicas não diferiram estatisticamente entre as cinco áreas.

Tabela 2. Medidas ecológicas da comunidade de borboletas frugívoras, em cinco áreas de coleta em diversos estados de conservação, coletadas entre os meses de fevereiro e abril de 2010, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. PC (Primária Cascata), PP (Primária Pousada), SP (Secundária Pousada), SC (Secundária Cascata), CC (Capoeirinha Cascata).

Medidas	PC	PP	SP	SC	CC
Sobs (Mao Tau)	5 (IC: 2,3-7,7)	7 (IC: 3,5-10,5)	5 (IC: 1,8-8,2)	3 (IC: 3,0-3,0)	11 (IC: 5,4-16,6)
Jackknife 1	8,0	11,0	9,0	3,0	18,9
Shannon (H')	0,23	0,34	0,13	0,26	0,43
Pielou (J')	0,28	0,42	0,15	0,29	0,44

Para a análise da similaridade entre a comunidade das espécies de borboletas coletadas nas 25 armadilhas utilizadas nas áreas de estudo, foi realizada uma análise de ordenação a partir da similaridade de Sørensen, que leva em conta apenas a riqueza das espécies, representada graficamente por um Escalonamento Multidimensional (NMDS) (Figura 5). O stress foi baixo, mostrando a fidelidade dos resultados apresentados no gráfico. Como observado, as armadilhas não se agruparam pelas áreas de estudo, mostrando que as borboletas não seguem um padrão de distribuição, sendo as espécies encontradas em áreas com diferentes tipos de vegetação (estados de conservação). Alguns pontos de diferentes áreas, ou até da mesma, agruparam-se devido à presença de algumas espécies exclusivas desses locais ou à composição de espécies desses pontos serem semelhantes. O agrupamento observado dos pontos PP1 e PC5, com 80% de similaridade, foi devido à presença da espécie *C. beltrao* somente nestes dois pontos, sendo exclusiva de mata primária. Os pontos PP4 e SP2 também tiveram uma alta similaridade (80%) devido à presença em comum das espécies *D. creusa* e *M. epistrophus*, além de *D. rusina*, encontrada somente no ponto PP4. Os pontos SP5 e CC1 aparecem próximos no gráfico devido a somente esses dois pontos de coleta terem capturado a espécie *M. helenor*. Os pontos PC3, PC4, SP3 e SP4 estão sobrepostos devido ao fato de que neles foram coletados somente indivíduos de *M. epistrophus*. No agrupamento de 60% de similaridade, os pontos PC1, SP1, SC5, SC4 e SC2 encontram-se sobrepostos, devido à presença em comum das espécies *M. epistrophus* e *O. sulcius*. Os pontos PP5 e PC2 obtiveram 100% de similaridade (sobrepostos), por apresentarem a mesma composição de espécies (*C. acontius*, *D. creusa*, *M. epistrophus* e *O. sulcius*).

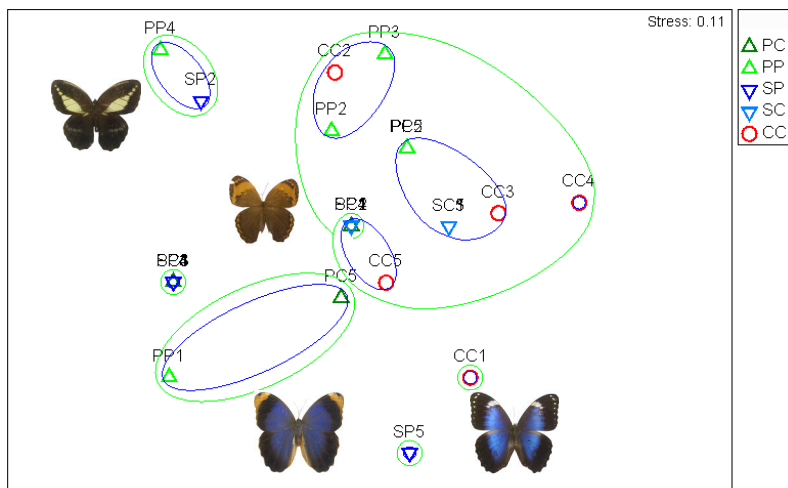


Figura 5. Escalonamento Multidimensional (NMDS) da similaridade (Sorensen) entre as borboletas frugívoras coletadas por armadilha em cinco áreas de coleta no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Círculos azuis representam similaridade de 80% e os verdes de 60%.

Para observar o agrupamento dos pontos também em relação à abundância das espécies de borboletas, foi realizada uma segunda análise de ordenação, desta vez utilizando-se a similaridade de Bray-Curtis que leva em conta a abundância de cada espécie, e representada graficamente por um Escalonamento Multidimensional (NMDS) (Figura 6).

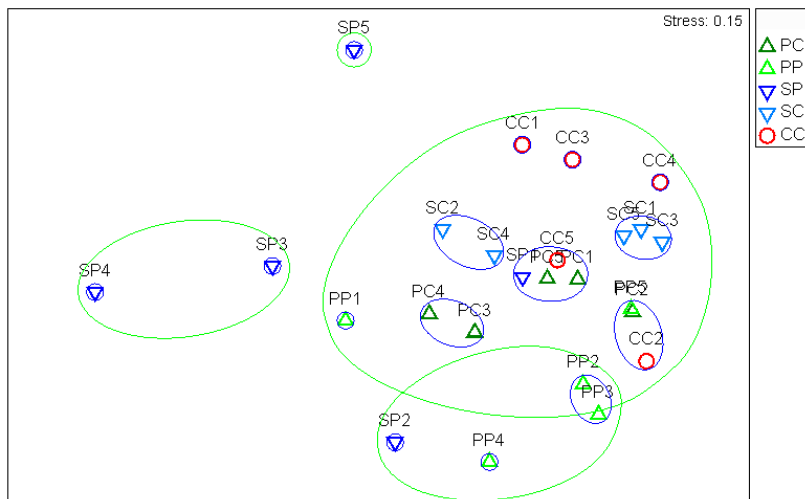


Figura 6. Análise de ordenação através do método de Escalonamento Multidimensional (NMDS) da similaridade (Bray-Curtis) das borboletas frugívoras em cada armadilha nas cinco áreas de coleta no parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Círculos azuis representam similaridade de 80% e os verdes de 60%.

Mesmo quando levada em conta a abundância dos indivíduos, não se observa um agrupamento definido das áreas, nem das paisagens (primárias e secundárias), devido possivelmente ao baixo número de indivíduos coletados de cada espécie. Observa-se que todas as armadilhas da área Capoeirinha estão agrupadas com 60% de similaridade, bem como as armadilhas da área Primária da Cascata e as armadilhas da área Secundária da Cascata, que também se dividem em dois grupos com similaridade de 80%. Todas as armadilhas obtiveram pelo menos um indivíduo de *M. epistrophus*. A espécie *O. sulcius* contribuiu para a similaridade entre os pontos das áreas localizadas no maior agrupamento. As armadilhas que capturaram as espécies de *D. creusa* também ficaram próximas no agrupamento, assim como as armadilhas com a espécie *C. acontius*, com exceção do ponto SP5, que obteve, além de *M. epistrophus*, um indivíduo de *M. helenor*, só encontrado também no ponto CC1.

O resultado do teste de Valor Indicador Individual (IndVal), que testou a especificidade de uma determinada espécie para um tipo de habitat, medida através de sua porcentagem de ocorrência, mostrou que somente duas espécies tem significativa preferência por ambientes. A

espécie *D. creusa* é indicadora de área em melhor estado de conservação (44%), enquanto que a espécie *O. sulcius* é indicadora de área de conservação intermediária (42,1%). Elas foram a terceira e a quarta espécies em número de indivíduos, respectivamente, sendo a primeira encontrada principalmente na área Primária da Pousada (Figura 7) e *O. sulcius* nas áreas Secundárias e Capoeirinha (Figura 8).

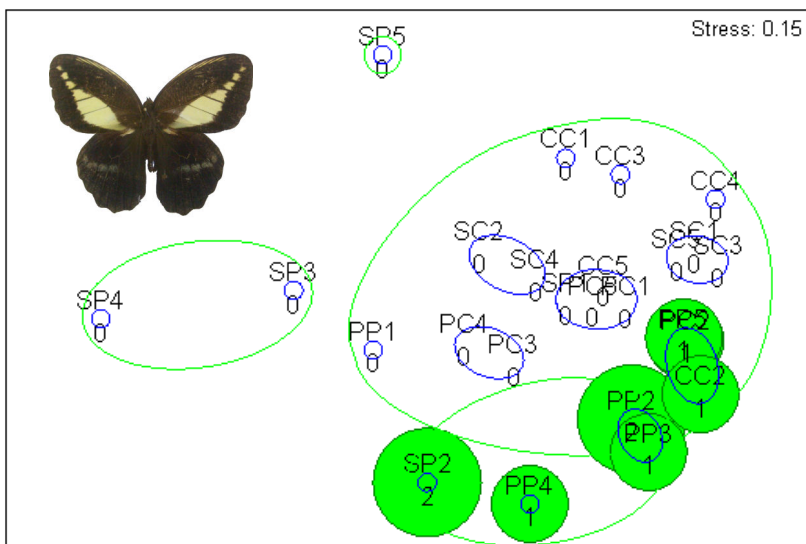


Figura 7. Escalonamento Multidimensional (NMDS) mostrando a similaridade de Bray-Curtis entre os pontos de coleta. As circunferências representam a abundância de *D. creusa* em cada ponto de amostragem, círculos maiores: 2 indivíduos, círculos menores: 1 indivíduo.

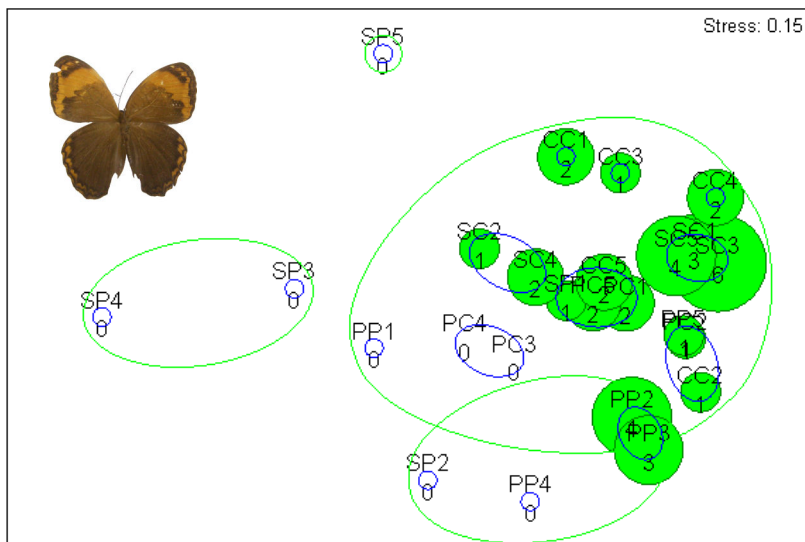


Figura 8. Escalonamento Multidimensional (NMDS) mostrando a similaridade de Bray-Curtis entre os pontos de coleta. As circunferências representam a abundância de *O. sulcius* em cada ponto de amostragem: as maiores circunferências representam uma abundância de seis indivíduos, seguidas de quatro, três, dois e as menores com um indivíduo.

Para a análise da vegetação foi realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), para ordenar os pontos de coleta de acordo com as características ambientais calculadas a partir das variáveis medidas (Tabela 3 e Figura 9). O componente 1 (PC1) explicou 31,2% da variação dos dados e foi fortemente influenciado pelo diâmetro da copa das árvores e altura das árvores, além da área basal das árvores e porcentagem de cobertura do dossel (Tabela 3). Portanto, este eixo estaria representando a biomassa das árvores. O componente 2 (PC2) explicou somente 19,5% da variação dos dados e foi influenciado pelo diâmetro da copa dos arbustos, altura e área basal dos arbustos, representando a biomassa dos arbustos.

Tabela 3. Resultado da Análise de Componentes Principais para os componentes 1 e 2, destacando-se as variáveis ambientais que tiveram maior influência em cada vetor

Variável	PC1	PC2
Distância à árvore	0,287	-0,211
Área basal da árvore	0,351	0,018
Altura da árvore	0,408	0,183
Diâmetro da copa da árvore	0,449	0,164
Distância ao arbusto	0,022	0,064
Área basal do arbusto	-0,217	0,449
Altura do arbusto	-0,120	0,481
Diâmetro da copa do arbusto	-0,101	0,551
Altura da serapilheira	0,273	0,042
Cobertura de área verde	-0,165	-0,279
Cobertura de serapilheira	0,256	-0,056
Solo exposto	-0,261	0,064
Cobertura do dossel	0,344	0,260

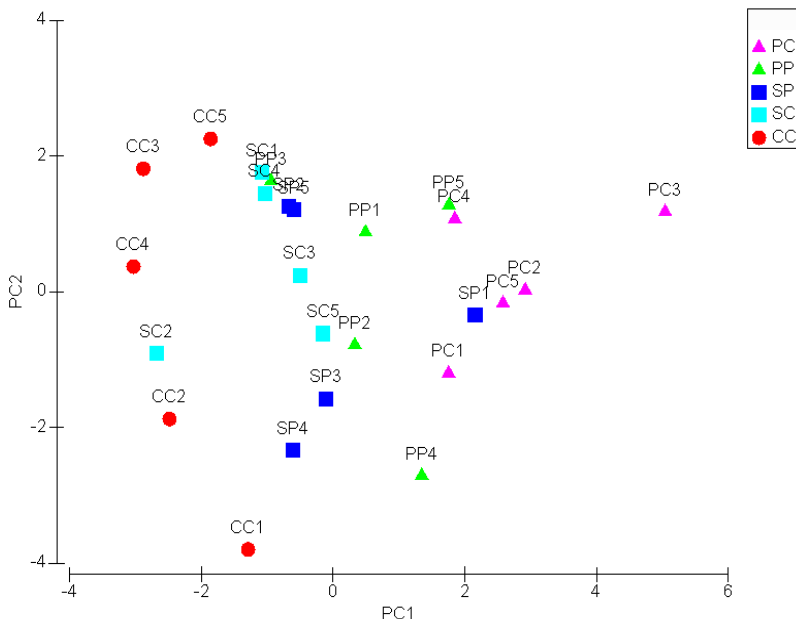


Figura 9. Análise de Componentes Principais (PCA) das variáveis ambientais nos 25 pontos de coleta, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC.

Como observado no gráfico do PCA, observando apenas o componente 1, os pontos que obtiveram maior biomassa arbórea foram os da área Primária da Cascata (triângulo rosa) e Primária da Pousada (triângulo verde), podendo então ser considerados pontos de floresta mais conservada. Os pontos das áreas Secundária da Pousada (quadrado azul escuro), Secundária da Cascata (quadrado azul claro) e mais a Capoeirinha (círculo vermelho) obtiveram menor biomassa arbórea, podendo ser considerados pontos de floresta em menor estado de conservação ou em estágios iniciais de sucessão. As áreas amostradas formam um gradiente em relação à biomassa arbórea, com alta heterogeneidade entre as armadilhas dentro de cada área.

Através da Análise de Correspondência Canônica, testou-se a relação entre as variáveis ambientais e a comunidade de borboletas do Parque (Figura 10). O teste de Monte Carlo para a significância do primeiro eixo canônico obteve um valor que não foi significativo ($F= 1,57$; $p= 0,30$), indicando que as borboletas, talvez devido ao baixo número de indivíduos amostrados, não tiveram um padrão de distribuição influenciado pelas variáveis ambientais.

Foi possível observar que a espécie *M. epistrophus* não sofreu influência de nenhuma variável ambiental, sendo encontrada em todas as áreas, nos diferentes graus de conservação. *P. ocirrhoe* e *O. quiteria* foram encontradas no mesmo ponto, na Capoeirinha, sendo influenciadas pela porcentagem de solo exposto, bastante alta nessa área. A espécie *P. grymon* e, em alguma medida *D. creusa*, sofreram a influência das variáveis relacionadas à vegetação arbórea, distância do arbusto, altura da serapilheira e cobertura do dossel, variáveis com grandes valores nas áreas com alto grau de conservação, onde foram encontradas essas espécies. *F. ryphea* e *C. acoutius* tiveram influência negativa dessas variáveis e foram encontradas principalmente em áreas com grau de conservação intermediária ou baixo (áreas Secundárias e Capoeirinha).

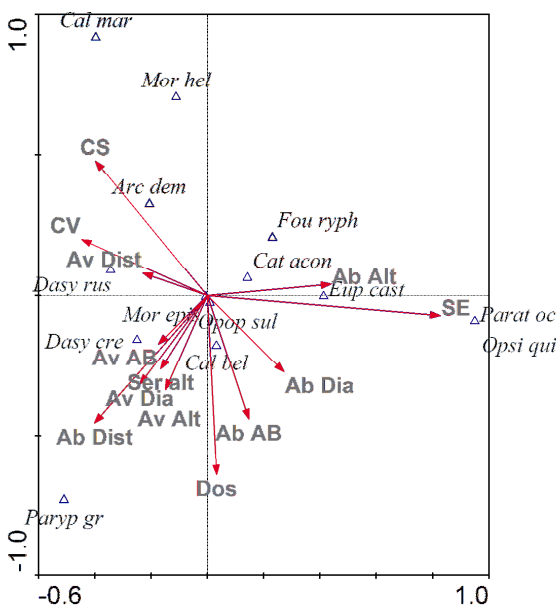


Figura 10. Análise de Correspondência Canônica (CCA) entre as 13 variáveis ambientais e a comunidade de borboletas nos 25 pontos de coleta, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC. Variáveis: *Av Dist* - Distância à árvore; *Av AB* - Área basal da árvore; *Av Alt* - Altura da árvore; *Av Dia* - Diâmetro da copa da árvore; *Ab Dist* - Distância ao arbusto; *Ab AB* - Área basal do arbusto; *Ab Alt* - Altura do arbusto; *Ab Dia* - Diâmetro da copa do arbusto; *Ser alt* - Altura da serapilheira; *CV* - Cobertura de área verde; *CS* - Cobertura de Serapilheira; *SE* - Solo exposto; *Dos* - Cobertura do dossel

DISCUSSÃO

As borboletas frugívoras são consideradas em muitos estudos como indicadores ecológicos, por responderem a mudanças no estado do habitat, e como indicadores de biodiversidade, por estarem relacionadas com a riqueza total de espécies de um lugar (Uehara-Prado *et al.* 2005, Barlow *et al.* 2007a, Uehara-Prado *et al.* 2009).

Neste trabalho, os resultados das análises de ordenação mostraram que as borboletas no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro não estão distribuídas homogeneamente nas diversas áreas de amostragem segundo o tipo de habitat, se mais ou menos conservado, existindo espécies que foram encontradas em diversas áreas, mostrando que não existe um padrão de distribuição das espécies dentro da área estudada. Algumas espécies foram exclusivas de áreas com alto grau de perturbação, caso da área Capoeirinha, como indivíduos de *C. martia*, *A. demophon*, *P. ocirrhoe*, *O. quiteria* e *F. ryphea*; e de áreas em melhor estado de conservação, como *D. rusina* e *P. grimon*. Apesar de essas espécies serem encontradas somente nessas áreas, foram espécies raras na amostra, *singletons*, impossibilitando o estabelecimento de um padrão na sua distribuição espacial. A área de Capoeirinha é uma área com quantidade razoável de arbustos e árvores de menor porte, acolhendo bem espécies de áreas mais abertas, presentes em bordas de mata e clareiras, que somadas às espécies de mata sem muita exigência em relação a áreas sombreadas, contribuem para uma maior riqueza de espécies nesse local, como encontrado neste estudo (ver DeVries *et al.* 1997, Ramos 2000, Uehara-Prado *et al.* 2007).

Alguns estudos mostram que a riqueza de espécies frugívoras é maior em ambientes com maior perturbação (Ramos 2000, Uehara-Prado *et al.* 2009), o que foi encontrado neste estudo, enquanto outros mostram que a riqueza é menor nesses ambientes e maior em ambientes mais conservados (DeVries *et al.* 1997, Barlow *et al.* 2007b). O fato é que as comunidades de borboletas são muito variáveis entre locais e entre anos, e são bastante afetadas a curto-prazo por diferenças nas condições ambientais/temporais (Fleishman & Murphy 2009, Bonebrack *et al.* 2010).

Borboletas saem em busca de plantas-hospedeiras, recursos alimentares para os adultos, locais de acasalamento e de pernoite, alcançando o que é reconhecido como habitat funcional (Marín *et al.* 2009). Por isso, é importante estabelecer relações entre a comunidade de borboletas e a estrutura da vegetação, já que ambas estão intimamente relacionadas. No estudo de Barlow e colaboradores (2007b), realizado na Floresta Amazônica, a abertura do dossel foi o maior previsor da estrutura da

comunidade de borboletas, e a área basal esteve fortemente correlacionada com a maioria das subfamílias de borboletas. No estudo de Ramos (2000), também na Amazônia, a composição esteve fortemente correlacionada com o diâmetro do tronco das árvores. Neste estudo, algumas espécies foram mais influenciadas pelas variáveis relacionadas à biomassa de árvores, como área basal, altura, diâmetro da copa, e pela cobertura do dossel, enquanto outras pelo diâmetro da copa e altura dos arbustos. Solo exposto, que teve seus maiores valores na área de Capoeirinha, também influenciou na distribuição de algumas espécies.

Deve-se ter cuidado ao estabelecer alguma espécie como sendo indicadora. A espécie deve ter relação com o ambiente, fornecendo informações sobre seu estado ou sobre outros grupos taxonômicos. As espécies de borboletas frugívoras do PEST respondem cada qual de maneira distinta às perturbações do ambiente, podendo ser favorecidas pela degradação ou serem influenciadas negativamente por ela, mas não se encontra um padrão da comunidade como um todo, como visto também em Uehara-Prado *et al.* (2007), onde espécies do mesmo gênero obtiveram padrões diferentes na distribuição entre floresta e fragmentos de mata. As espécies *D. creusa* e *O. sulcius* foram estabelecidas como possíveis indicadoras, através da análise IndVal. A primeira seria preditora de áreas conservadas e a segunda, de áreas com grau intermediário de conservação. Sendo assim, sugere-se que as espécies tidas nesse estudo como indicadoras, sejam consideradas indicadoras ambientais, do tipo exploradores, com sua presença indicando probabilidade de perturbação ou poluição, ou mesmo detectores, que mostram respostas mensuráveis às mudanças ambientais (McGeoch 1998).

São necessários mais estudos para entender melhor qual a relação das espécies presentes no PEST com o ambiente, para então confirmar seu uso como indicadoras. As informações adquiridas sobre a estrutura da comunidade e distribuição das espécies nos diversos ambientes confirmam a importância da manutenção das áreas protegidas e fornecem subsídios para a conservação da diversidade na região.

REFERÊNCIAS

BARLOW, J., GARDNER, T.A., ARAÚJO, I.S., ÁVILA-PIRES, T.C., COSTA, J.E., ESPOSITO, M.C., FERREIRA, L.V, HAWES, J., HERNÁNDEZ, M.I.M., HOOGLMOED, M.S., LEITE, R.N., LO-MANHUNG, N.F., MALCOLM, J.R., MARTINS, M. B., MESTRE, L.A. M., MIRANDA-SANTOS, R., NUNESGUTJAHR, A.L., OVERAL, W.L., PARRY, L., PETERS, S.L., RIBEIRO JUNIOR, M.A., DA SILVA, M. N.F., DA SILVA MOTTA, C. & PERES, C.A. 2007a. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 18555-18560.

BARLOW, J., OVERAL, W.L, ARAUJO, I.S., GARDNER, T.A. & PERES, C.A. 2007b. The value of primary, secondary and plantation forests for fruit-feeding butterflies in the Brazilian Amazon. *Journal of Applied Ecology* 44: 1001-1012.

BONEBRACK, T.C., PONISIO, L.C., BOGGS, C.L. & EHRLICH, P.R. 2010. More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143:1831-1841.

BROWER, J.E., ZAR, J.H. & VON ENDE, C.N. 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 4ª edição, Boston, WCB. McGraw-Hill.

BROWN JR., K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: Diversidade, Habitats, Recursos Alimentares e Variação Temporal, p. 142-186. *In*: L. P. C. Morellato (org.). *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e Preservação de uma Área Florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas, Editora Unicamp, 321p.

BROWN JR., K.S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1: 25-42.

BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000. Atlantic Forest butterflies: indicator of landscape conservation. *Biotropica* 32: 934-956.

CANALS, G.R. 2003. Mariposas de Misiones. L.O.L.A., Buenos Aires, 492p.

COLWELL, R.K. 2006. Estimates (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples), version 7.5.2.

EMBRAPA. 2011. http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/index_especies.htm, acessado em março de 2011.

DAUBENMIRE, R. 1959. A canopy-coverage method of vegetation analysis. *Northwest Science* 33: 43-64.

DEVRIES, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and Their Natural History. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton, Princeton University Press, 327p.

DEVRIES, P.J., MURRAY, D. & LANDE, R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society* 62: 343-364.

FLEISHMAN, E. & MURPHY, D. D. 2009. A Realistic Assessment of the Indicator Potential of Butterflies and Other Charismatic Taxonomic Groups. *Conservation Biology* 23: 1109–1116.

FREITAS, A.V.L. 2010. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. *Biota Neotropica* 10: 1-5.

FREITAS, A.V.L.; LEAL, I.R.; PRADO, M. H. & IANNUZZI, L. 2006. Biologia da conservação: essências. In: Insetos como indicadores de conservação de paisagem (C. F. D. Rocha; H. G. Bergallo; M. Van S-luys & M.A.S. Alves, eds.). Rima, São Carlos, p. 357- 384.

GARDNER, T., HERNÁNDEZ, M.I.M., BARLOW, J., PERES, C.A. 2008. Understanding the biodiversity consequences of habitat change: the value of secondary and plantation forests for neotropical dung beetles. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1-11.

GILBERT, L.E. 1984. The Biology of Butterfly Communities. *In: The Biology of Butterflies* (R.I. Vane-Wright & P.E. Ackery, eds.). Florida: Academic Press Inc., p. 41–54.

HAMER, K.C., HILL, J.K., BENEDICK, S., MUSTAFFA, N., SHERRATT, T.N., MARYATI, M. & CHEY, V.K. 2003. Ecology of butterflies in natural and selectively logged forests of northern Borneo: the importance f habitat heterogeneity. *Journal of Applied Ecology* 40: 150-162.

HUGHES, J.B., DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 1998. Use of fruit bait traps for monitoring of butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). *Revista Biología Tropical* 46: 697-704.

MARÍN, L., LEÓN-CORTÉS J.L. & STEFANESCU, C. 2009. The effect of an agro-pasture landscape on diversity and migration patterns of frugivorous butterflies in Chiapas, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 18: 919-934.

McCUNE, B. & MEFFORD, M.J., 1999. PC-Ord: Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.2. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon.

MCGEOCH, M.A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 73: 181-201.

MITCHELL, K. 2007. Quantitative Analysis by the Point-Centered Quarter Method. – <http://people.hws.edu/Mitchell/PCQM.pdf>.

MYERS, N. Threatened Biotas: "Hot Spots" in Tropical Forests. 1988. *The Environmentalist* 8: 187-208.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., da FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

PRIMER-E. 2004. Primer 6 β (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research). Version 6 β R3.

RAMOS, F.A. 2000. Nymphalid butterfly communities in an amazonian forest fragment. *Journal of Research on the Lepidoptera* 35: 29-41.

RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN JR., K.S., FREITAS, A.V.L. 2008. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. *Diversity and Distributions* 14: 961-968.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J. & HIROTA, M.H. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153.

RYDON, A. 1964. Notes on the use of butterfly traps in East Africa. *Journal of the Lepidopterists' Society* 18: 51-58.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (Data Analysis Software System), version 6.0.

STATSOFT, Inc. 2001. Statistica for Windows (Data Analysis Software System), version 6.0.

TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. 2006. Canoco for Windows version 4.54. Biometris - Plant Research International, Wageningen.

UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A.V.L., FRANCINI, R.B. & BROWN JR., K.S. 2004. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). *Biota Neotropica* 4: 1-25.

UEHARA-PRADO, M., BROWN JR., K. S., & FREITAS, A.V.L. 2005. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Lepidopterists' Society* 59: 96-106.

UEHARA-PRADO, M., BROWN JR., K.S., & FREITAS, A.V.L. 2007. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and continuous landscape. *Global Ecology and Biogeography* 16: 43-54.

UEHARA-PRADO M., FERNANDES, J.D.O., BELLO, A.D.M., MACHADO, G., SANTOS, A. J., VAZ-DE-MELLO, F.Z. & FREITAS, A.V.L. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 142: 1220-1228.

WHITMORE, T.C. 1998. *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Second Edition. Oxford University Press, Oxford. 282p.

CONCLUSÕES GERAIS

Com este trabalho, aumentou-se o conhecimento sobre as borboletas frugívoras que habitam áreas de Mata Atlântica para o sul do Brasil, bastante escasso para a região. Este foi o primeiro trabalho com borboletas frugívoras realizado no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST), que juntamente com os trabalhos já realizados com mamíferos, aves, anfíbios e outros grupos, vêm fornecer um aporte para projetos de conservação nesta importante área de preservação do estado de Santa Catarina.

A composição da comunidade de borboletas frugívoras do PEST apresentou leves diferenças durante as quatro amostragens ao longo do ano. Algumas espécies foram registradas somente num período do ano, por exemplo, *Morpho epistrophus*, que foi encontrada em grande abundância somente nos meses de temperaturas mais elevadas (verão e início do outono). Estudos sobre variação temporal realizados em pouco tempo não mostram resultados fidedignos, e devido ao baixo número de indivíduos coletados neste estudo, não foi possível chegar a uma conclusão sobre a distribuição sazonal das espécies no PEST.

Em relação a distribuição espacial das borboletas frugívoras no Parque, não foi observado um padrão de distribuição de acordo com o tipo de vegetação e seu grau de conservação. Algumas espécies foram mais restritas a determinadas áreas, como *Dasyophthalma creusa*, encontrada em maior abundância em áreas de vegetação melhor conservada ou *Catonephele acontius*, em áreas em menor estado de conservação. Outras foram exclusivas das áreas consideradas de florestas primárias, como *Caligo beltrao*, mas sua baixa abundância não permitiu afirmar a fidelidade dessa espécie ao habitat. Quando analisadas as variáveis da estrutura da vegetação, as áreas apresentaram-se em um gradiente, sendo este motivo, além da baixa abundância, o que levou a não se observar um padrão de distribuição espacial da comunidade por área e/ou paisagem.

As informações adquiridas nos trabalhos de distribuição temporal e espacial realizados, como as espécies existentes e sua distribuição ao longo do ano e pelos ambientes, confirmam a importância da manutenção de áreas de proteção e fornecem um aporte para o conhecimento e a conservação da diversidade na região.